April 1869.

D. L.

Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

Zweiter Band.

Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

In

Verbindung mit mehren Gelehrten

herausgegeben

von

Dr. Rudolph Wagner,
Professor in Göttingen.

Mit

Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Zweiter Band.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn.

1844.

Inhaltsverzeichniß des zweiten Bandes.

Verbesserungen zum zweiten Bande.

Herz und Herzthätigkeit.

S. 48 Z. 8 von oben } sind die Verweisungen auf die Tafeln zu streichen.
S. 49 Z. 11 » »
S. 52 Z. 22 » »
S. 49 Z. 16 von unten lies statt concav: convex.

Psychologie.

S. 698 Z. 16 v. o. lies statt sämmtlichen Bewußtseins (schlechtweg auch sinnliches Bewußtsein genannt): sinnlichen Bewußtseins (auch schlechtweg Bewußtsein genannt).
S. 734 Z. 22 v. u. » » Rückenmark: Gehirn.
S. 737 Z. 21 v. o. » » innere: immer.
S. 753 Z. 3 v. u. » » physischen: psychischen.
S. 770 Z. 19 v. u. » » eine einzelne höhere Erkenntnißthätigkeit: einzelne höhere Erkenntnißthätigkeiten.
S. 774 Z. 5 v. u. » » derartige: dermalige.
S. 776 Z. 16 v. u. » » physische: psychische.
S. 778 Z. 9 v. o. » » nur: nun.
S. 779 Z. 10 v. o. » » vergleichen: verglichen.
S. 806 Z. 11 v. o. » » Kenntniß: Krankheit.
S. 813 Z. 27 v. o. » » psychischer: physischer.

Respiration.

S. 847 Z. 8 v u. lies statt am: in einem.
S. 859. In der letzten Columne der Tabelle lies statt 0,01017: 1,01070.
S. 866. In der Columne »Sauerstoff nach dem Versuch,« Z. 2., lies statt 52: 8,52.
S. 869 Z. 11 v u. lies statt Cubikcentimeter: Cubikmeter.
S. 870. Die Anmerkung: »die Thiere wurden 4 St.« u. s. w. gehört nur zu Versuch II. der Tabelle.
S. 877 Z. 31 v. o. lies statt 29 — 40: 20 — 40.
S. 879. In der zweiten Tabelle lies statt 4,28: 4,48 und statt 4 lies 4,28.
S. 879. Ebendaselbst lies statt 6106: 6016.
S. 884 Z. 22 v. u. lies statt Functionsreihe: Functionsweise.
S. 885. In der Tabelle, erste Versuchsreihe, 3te Columne, lies statt 9,0350: 0,0350. Ebendaselbst in der 6ten Columne lies statt 35,29: 30,29.
S. 894. In der letzten Columne der ersten Tabelle lies statt 105,0: 105,6.
S. 896 Z. 19 von oben lies statt 892: 889.
S. 897. Die Formel von Pn ist: $\frac{1{,}9\ (Q - Qn) + P\ (Qn - 0{,}5)}{Qn - 0{,}5}$.
S. 899 Z. 10 von oben lies statt in den: von den.

Harn.

Unter allen Producten des thierischen Organismus hat der Harn schon seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher und Aerzte am meisten auf sich gezogen. Bekannt ist es, welch wichtige Rolle der Harn schon in den Schriften eines Hippocrates und Galen spielt; die Aerzte aller Jahrhunderte, die an Krisen glaubten, konnten den Veränderungen des Harns in Krankheiten ihre besondere Beachtung nicht entziehen. Als die Chemie einigermaßen anfing, sich aus dem geheimnißvollen Düster alchymistischer Träumereien zu erheben, ging das Streben vieler Forscher dahin, nach geläuterten Grundsätzen und Regeln die näheren Bestandtheile des Harns zu eruiren. Die ersten erfolgreichen Versuche dieser Art finden wir von van Helmont und Boerhave aufgezeichnet. Cruikshank, Fourcroy und Vauquelin lieferten für ihre Zeit schon sehr genaue und ausführliche Analysen, bis Berzelius eine chemische Untersuchung des Harns unternahm, an der selbst drei Decennien fortschreitender Wissenschaft nichts haben ändern können. Bei dem heutigen Standpunkte der Zoochemie, ist der Harn unter allen Theilen jener Disciplin derjenige, dessen Kenntniß durch die zahlreichsten Untersuchungen neben der des Blutes am meisten bereichert worden ist, und der vielleicht auch für Physiologie und Medicin bereits die reichlichsten Früchte getragen hat.

Der Harn ist im Allgemeinen eine vom thierischen Organismus durch bestimmte Organe, die Nieren, ausgeschiedene Flüssigkeit, welche gewisse, bei der thierischen Stoffmetamorphose unbrauchbar gewordene und überhaupt für das Bedürfniß des Organismus untaugliche Stoffe enthält.

Frisch gelassen, ist der Harn des gesunden, ausgewachsenen Menschen von rothgelber und bernsteingelber Farbe, schmeckt bitterlich salzig, hat die Temperatur des thierischen Körpers und verbreitet einen eigenthümlichen, schwach aromatischen Geruch, der beim Erkalten verschwindet, beim Erwärmen aber wiederkehrt. Er ist immer schwerer als Wasser, doch steigt seine Dichtigkeit im normalen Zustande nicht über 1,03. Lackmuspapier wird von ihm stark geröthet; er ist weniger als andere chemische Flüssigkeiten zur Zersetzung geneigt.

Was die chemische Constitution des Harns betrifft, so lassen sich seine Bestandtheile wohl am besten in solche eintheilen, die sich im normalen Zustande stets darin vorfinden, in solche, die nur während eines krankhaften Ergriffenseins des ganzen Organismus oder eines seiner Theile darin vorkommeu, und endlich in solche, die, von außen dem Organismus zugeführt, nur znfällig darin erscheinen.

Die wesentlichen Bestandtheile des menschlichen Harns sind außer dem Wasser, welches stets den größten Theil desselben ausmacht, folgende:

Harnstoff. Dieser Körper krystallisirt in kleinen, weißen Nadeln oder in größeren, plattgedrückten, vierseitigen, durchscheinenden Prismen, schmeckt salpeterähnlich kühlend, ist ohne Geruch, löst sich in Wasser sehr leicht auf und bindet dabei Wärme; auch in Alkohol ist er leichtlöslich; eine ziemlich gesättigte Lösung des Harnstoffs in Wasser, zersetzt sich weder durch Kochen noch bei längerem Aufbewahren; dagegen in beiden Fällen sehr leicht eine verdünnte Auflösung; vorzüglich disponiren den Harnstoff zur Zersetzung: Schleim, Eiweiß, Leim, Hefe u. dgl. Bei + 120° C. schmilzt der Harnstoff, bei etwas höherer Temperatur verliert er Ammoniak und verwandelt sich in Cyanursäure; bei noch höherem Wärmegrade liefert er Cyansäure, kohlensaures Ammoniak, Kohle u. s. w. Auf Pflanzenfarben ist er ohne Reaction, geht aber mit einigen Säuren krystallinische Verbindungen ein, nämlich mit Salpetersäure und Oxalsäure, mit Schwefelsäure, Milchsäure und anderen Säuren aber nicht (trotz Cap's und Henry's Angaben). Durch Metallsalze wird er aus seinen Lösungen nicht gefällt. Der Harnstoff ist einer der stickstoffreichsten Körper (= 46,73 Proc. Stickstoff); seine chemische Formel ist = $C_2H_8N_4O_2$.

Um aus dem Urine den Harnstoff zu bereiten, kann man sehr verschiedene Wege einschlagen, einer davon ist folgender: man mischt das alkoholische Extract des Harns mit einem gleichen Volumen Wasser und 1½ Vol. Salpetersäure (von 1,32 spec. Gew.), und läßt das Gemisch einige Zeit in der Kälte stehen; der in Blättern und Schuppen ausgeschiedene, salpetersaure Harnstoff wird auf ein Filter gegeben und mit eiskaltem Wasser abgespült; dann von Neuem in lauem Wasser gelöst und mit Salpetersäure wieder präcipitirt. Nachdem das Präcipitat filtrirt, ausgepreßt und wieder in Wasser gelöst worden ist, zersetzt man die Verbindung durch kohlensauren Baryt, dünstet die Lösung ab, und extrahirt den Rückstand mit starkem Alkohol. Sehr bekannt ist Wöhler's Entdeckung der künstlichen Darstellung des Harnstoffs aus cyansaurem Ammoniak, wornach zu seiner Bildung bloß cyansaures Silberoxyd mit Salmiak, oder cyansaures Bleioxyd mit schwefelsaurem Ammoniak digerirt, filtrirt und abgedampft zu werden brauchen. Liebig läßt zu demselben Zwecke 28 Th. trocknes Blutlaugensalz und 14 Th. trocknen Braunstein nach gelindem Erwärmen verglimmen, laugt die Masse mit Wasser aus, setzt zur Lösung 20½ Th. schwefelsaures Ammoniak und extrahirt den Verdampfungsrückstand dieser Lösung mit Alkohol.

Der Harnstoff findet sich nicht bloß im Urin, sondern auch im Blute, in der Lymphe, in hydropischen Flüssigkeiten; nach Unterbindung der Nierengefäße und Nerven, so wie in Krankheiten, wo die Thätigkeit der Nieren völlig aufgehoben ist, hat man ihn in den ausgebrochenen Flüssigkeiten gefunden. In Bezug hierauf ist es bemerkenswerth, daß der Harnstoff ein sehr gewöhnliches Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Körper ist, so entsteht er z. B. aus Harnsäure, Allantoin, Alloxan, Oxalursäure, Murexyd bei verschiedener Behandlung dieser Stoffe.

Harnsäure. Diese Säure bildet ein glänzend weißes Pulver oder kleine Blättchen, die sich unter dem Mikroskop in verschiedenen Formen darstellen; sie ist geschmack- und geruchlos, löst sich nur wenig in Wasser, nicht in Alkohol und Aether; von verdünnten kohlensauren und borsauren Alkalien wird sie leicht aufgelöst; nur mit den fixen Alkalien geht sie auflösliche Verbindungen ein, aus deren Lösungen sie durch Säuren in feinen Blättchen gefällt wird. Auch dieser Körper ist reich an Sickstoff (=33,37 Proc.) seine chemische Formel ist = $C_{10}H_8N_8O_6$. Bei der trocknen Destillation liefert

diese Säure Harnstoff, Cyamelid, Blausäure und etwas kohlensaures Ammoniak; durch Kochen mit Wasser und Bleihyperoxyd wird sie in Harnstoff, Allantoin, Sauerkleesäure und Kohlensäure zerlegt. Die verschiedenartigen Zersetzungsproducte, welche die Harnsäure bei Einwirkung von verschieden verdünnter Salpetersäure liefert, sind den Chemikern durch die classische Untersuchung von Liebig und Wöhler bekannt geworden.

Geringe Mengen von Harnsäure erkennt man entweder durch das Mikroskop, unter welchem sie sich in rhombischen Tafeln, vierseitigen Prismen und in einigen anderen Formen zeigt, oder durch verdünnte Salpetersäure, welche, mit dem Untersuchungsobject verdunstet, einen gelbrothen Rückstand hinterläßt, der durch Ammoniakdunst sehr schön purpurroth gefärbt wird.

Aus dem Urin läßt sich die Harnsäure nur in kleinen Quantitäten gewinnen; gewöhnlich stellt man sie aus Harnsteinen oder Schlangenharn dar, indem man die pulverisirten Massen mit nicht allzu concentrirter Kalilauge digerirt, und die filtrirte Flüssigkeit einige Zeit mit Harnsäure kocht, durch welche sie beim Erkalten ziemlich vollständig präcipitirt wird.

Bei gesunden Menschen hat man Harnsäure allerdings nur im Urin gefunden; allein in Krankheiten kommen Harnsäure und harnsaure Salze auch an anderen Orten vor; am bekanntesten sind in dieser Hinsicht die Gichtknoten, welche meist aus völlig auskrystallisirtem harnsauren Natron bestehen.

Milchsäure ist im concentrirten Zustande eine farblose, syrupartige Flüssigkeit, ohne Geruch, von scharfsaurem Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether auflöslich; sie röthet Lackmus stark, besitzt ein bedeutendes Lösungsvermögen für phosphorsauren so wie auch für oxalsauren Kalk (wie wiederholte Versuche mich gelehrt haben), treibt aus gewissen essigsauren Salzen und Chlormetallen selbst die Essigsäure und Salzsäure aus. Ihre Salze sind sämmtlich in Wasser auflöslich, die meisten auch in Alkohol; in letzterem ist nur das Zinkoxydsalz unauflöslich; sehr zerfließlich und gar nicht krystallisirbar sind die Alkalisalze; leicht krystallisirbar in sechsseitigen Prismen oder vierseitigen Säulen mit zweiflächiger Zuspitzung, isomorph sind die Verbindungen der Milchsäure mit Talkerde, Kobalt-, Nickel-, Zink-, Cadmiumoxyd, Mangan- und Eisenoxydul. Diese Säure ist stickstofffrei; ihre Zusammensetzung entspricht der Formel $= C_6 H_{10} O_5 + H_2 O$.

Beim Erhitzen bis 250° C. zersetzt sich die Milchsäure, bildet aber neben anderen Producten ein krystallinisches Sublimat ($= C_6 H_8 O_4$), welches in Berührung mit Wasser allmälig in Milchsäure zurückgeführt wird.

Aus dem Urin läßt sich diese Säure nicht füglich in größeren Mengen darstellen. Gewöhnlich gewinnt man sie aus saurer Milch oder aus stärkemehl- und zuckerhaltigen Pflanzensäften, die man der sogenannten Milchgährung unterworfen hat. Es giebt sehr verschiedene Methoden, sie aus gegohrnen Flüssigkeiten darzustellen. Um sie aus der Milch zu erhalten, würde vielleicht folgender Weg der beste sein: sauer gewordene, und überdies noch mit Milchzucker versetzte Milch setze man so lange einer Temperatur von + 35 bis 40° C. aus, und füge so oft kohlensaures Alkali hinzu, als die Flüssigkeit bei längerem Stehen in jener Temperatur noch sauer wird; nach Verlauf mehrer Wochen oder Monate wird die Flüssigkeit filtrirt, verdunstet und der Rückstand mit Alkohol extrahirt; zur filtrirten spirituösen Lösung setzt man so lange tropfenweis Schwefelsäure, als noch Sulphate gefällt werden: nachdem der Alkohol größtentheils abdestillirt worden ist, versetzt man die Flüssigkeit mit kohlensaurem Zinkoxyd und Wasser, und filtrirt

kochend. Beim Verdunsten der filtrirten Flüssigkeit krystallisirt milchsaures Zinkoxyd, welches noch durch Umkrystallisiren gereinigt werden muß; das mit verdünntem Alkohol gewaschene, farblose milchsaure Zinkoxyd fälle man mittelst Barytwasser, und schlage dann aus der filtrirten Flüssigkeit den Baryt vorsichtig durch verdünnte Schwefelsäure nieder; die filtrirte Flüssigkeit wird beim Verdunsten im Vacuo die oben beschriebene, reine Milchsäure geben.

Diese Säure findet sich nicht nur im Urin frei und an Alkalien gebunden (aber nicht an Harnstoff), sondern auch in allen thierischen Flüssigkeiten. Sie ist überhaupt ein sehr gewöhnliches Zersetzungsproduct fast aller stickstofffreien Körper, deren Wasserstoff zum Sauerstoff sich gerade so wie im Wasser verhält. Schon im Magen und Darmkanal wird sie aus stärkemehl- und zuckerhaltigen Stoffen gebildet. Scherer glaubt, daß ein Theil der Milchsäure im Harn erst später aus Extractivstoffen durch einen Gährungsproceß gebildet werde; im diabetischen Harne habe ich dies constant gefunden; allein im normalen Harn mag die Neubildung von Milchsäure wenigstens nicht immer stattfinden.

Extractivstoffe. Man findet im normalen Harn noch einige farbige, nicht krystallisirbare, zum Theil auch flüchtige Stoffe, deren chemische Natur aber noch keineswegs hinreichend eruirt ist. Diese sind die sogenannten Extractivstoffe, von denen theils die Farbe, theils der Geruch, theils auch die leichte Zersetzbarkeit des Harns herrührt. Diese Stoffe sind von zu geringem physiologischen Interesse, als daß sie hier einer nähern Beschreibung werth wären. Wir erwähnen nur, daß Fz. Simon den von ihm im Blute gefundenen und Hämaphäin genannten Stoff für identisch mit dem braunen Harnfarbstoffe hält, und daß somit auch dieser farbige Extractivstoff bereits gebildet im Blute vorhanden sei und nur von den Nieren ausgeschieden werde.

Interessant ist eine neuere Untersuchung Scharling's; demselben ist es nämlich gelungen, einen harzähnlichen Stoff des Harns, Omichmyloxyd genannt, genauer zu studiren. Dieses Omichmyloxyd schmilzt schon in kochendem Wasser zu einem gelblichen Oele, löst sich in Alkohol, Aether und Alkalien auf, aber nicht in Wasser; die alkoholische Lösung röthet Lackmus; trocken riecht es stark nach Castoreum, mit Wasser gekocht schwach urinös, mit etwas Terpenthinöl veilchenartig; beim Erhitzen wird es zersetzt. Sehr merkwürdig ist, daß dieser Stoff die Verbindung eines zusammengesetzten Radicals, analog dem Spiräaöl oder Salicylwasserstoff, zu sein scheint; wenigstens fand Scharling das Chloromichmyl isomer dem Chlorsalicyl = $C_{14}H_{10}Cl_2O_4$. Gegen salpetersaures Eisenoxyd zeigt das Omichmyloxyd nicht die Reaction, wie das Spiräaöl und Salicylsäure (eine purpurviolette Färbung); auch geht Spiräaöl (Salicylwasserstoff, Spiräasäure) und Salicin in den Harn nicht als Omichmyloxyd, sondern als Spiräaöl über (wie ich mich durch acht Versuche überzeugt habe). Scharling schließt aus seiner Entdeckung, es möge wohl die Natur in den Pflanzen ein Radical erzeugen, welches unter verschiedenen Umständen sich verschieden ausbilde, z. B. in wärmeren Gegenden zu Benzoyl- und Cinnamylverbindungen, in nördlichen Gegenden zu Spiroyl- oder Salicylverbindungen, und im thierischen Leben zu Omichmyl.

Schleim. Da der Harn von den Nieren aus die sogenannten Harn-

---

[1]) Fz. Simon, medic. Chemie Bd. 1 S. 328.
[2]) Scherling, Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 42 S. 265 ff.

wege zu durchlaufen hat, und namentlich längere oder kürzere Zeit in der Blase verweilt, so wird der Harn immer mit mehr oder weniger Schleim von den Schleimhäuten jener Organe gemengt sein. Der Schleim wird im Harne gewöhnlich erst sichtbar, wenn dieser erkaltet ist und einige Zeit gestanden hat; der Schleim scheidet sich dann in Form von Wölkchen aus, in denen sich häufig flimmernde Harnsäurekrystallchen absetzen. Der Harnblasenschleim ist, wie jeder andere Schleim, farblos, schlüpfrig, fadenziehend; auf Papier getrocknet, bildet er einen glänzenden, grauweißen Ueberzug, der beim Befeuchten wieder aufweicht; im Wasser, Alkohol und Aether ist er unlöslich; im Harn ist er nur suspendirt enthalten, geht aber, wenn er sich nicht conglomerirt hat, sehr leicht mit durch das Filter; in Essigsäure lös't er sich unvollständig auf, noch weniger in Salzsäure, am besten in Kalilauge; durch Gerbsäure und Alkohol wird er aus der wässerigen Suspension präcipitirt. Unter dem Mikroskop betrachtet, zeigt dieser Schleim immer Schuppen von Plattenepithelium, nur höchst sparsam im normalen Zustande auch die bekannten, rundlichen Schleimkörperchen.

Salze. Außer den milchsauren Alkalien findet man im Harne noch verschiedene Mineralsalze: schwefelsaures Kali und Natron, phosphorsaures Natron und Ammoniak, Verbindungen von Chlor mit Kalium, Natrium und Ammonium, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, endlich Spuren von Kieselsäure, Fluorcalcium, Eisenoxyd und etwas Manganoxydul.

Stoffe, die hauptsächlich in krankhaftem Harne des Menschen vorkommen, sind folgende:

Harnbenzoesäure, auch Hippursäure genannt, krystallisirt in langen, vierseitigen, zweiflächig zugespitzten Prismen, von weißer Farbe, ohne Geruch, von schwach bitterlichem, aber nicht saurem Geschmack, lös't sich in kaltem Wasser wenig, in heißem dagegen in jedem Verhältnisse auf, so daß sie sich beim Erkalten wieder krystallinisch ausscheidet; von Alkohol wird sie reichlich, wenig von Aether aufgelös't; sie röthet Lackmus. Bei gelindem Erhitzen schmilzt sie ohne sich zu zersetzen; bei der trocknen Destillation liefert sie Benzoesäure, benzoesaures Ammoniak, Blausäure und rothe, ölartige, nach frischem Heu riechende Tropfen; mit Schwefelsäure und Braunstein erhitzt, zersetzt sie sich in Kohlensäure, Benzoesäure und Ammoniak, mit Bleihyperoxyd in Kohlensäure und Benzamid. Mit Basen bildet sie meist auflösliche Salze. Die chemische Constitution dieser stickstoffhaltigen Säure wird durch die Formel $= C_{18}H_{16}N_2O_5 + H_2O$ ausgedrückt.

Die Harnbenzoesäure hat man nur im diabetischen Harne gefunden; ungewiß ist, ob diese Säure oder gewöhnliche Benzoesäure im Harne kleiner Kinder vorkommt. Daß sich die Harnbenzoesäure nach dem Genusse gewisser Nahrungsmittel oft als zufälliger Bestandtheil des normalen Harns zeigt, wird weiter unten näher erörtert werden. Liebig hat zuerst gezeigt, daß im Harn der pflanzenfressenden Thiere sich gewöhnlich nicht Benzoesäure, sondern Hippursäure vorfinde.

Die Benzoesäure unterscheidet sich von Harnbenzoesäure durch ihren Mangel an Stickstoff, durch ihre Sublimirbarkeit und endlich dadurch, daß sie aus einer heißen, gesättigten Lösung sich in Form eines so dichten Krystallnetzes ausscheidet, daß man das Gefäß umkehren kann, ohne daß ein Tropfen Wasser ausfließt.

Buttersäure. Diese flüchtige Fettsäure wurde zuerst von Berzelius im Harne nachgewiesen; sie kommt jedoch nicht constant darin vor; ich fand sie im Harn von Frauen häufiger, als in dem von Männern; vorzugs-

weise entdeckte ich sie im Harn Schwangerer und nicht stillender Wöchnerinnen. Fetthaltig überhaupt ist der Harn in vielen schnell abzehrenden Krankheiten; die Buttersäure ist stickstofffrei und ihre chemische Formel nach Bromeis = $C_8 H_{12} O_3$.

Kohlensäure und kohlensaure Salze. Man hat wohl früher geglaubt, auch im normalen Harne könne freie Kohlensäure vorkommen; genauere Untersuchungen haben dies jedoch nicht bestätigt. Der Harn ist überhaupt geneigt, alkalisch zu werden, indem sein Harnstoff in Berührung mit anderen sich zersetzenden Stoffen sehr bald in kohlensaures Ammoniak umgewandelt wird. Die Chemie lehrt, daß Harnstoff und viele andere organische Substanzen sich insbesondere leicht bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Materien und vorzugsweise von Proteinverbindungen zersetzen, und in der That finden wir den Harn gewöhnlich dann sehr leicht alkalescirend, wenn er modificirten Schleim, Eiter, Eiweiß, Blut u. dergl. enthält. Diese Alkalescenz tritt sehr häufig schon in der Blase ein, so daß wirklich alkalischer, mit Säuren aufbrausender Harn gelassen wird. Darum beobachtet man diese Erscheinung sehr oft schon, wenn der Harn sehr lange Zeit in der Blase zurückgehalten worden ist, und fast immer bei Entzündung und Vereiterung der Harnblase. Indessen muß zuweilen auch schon von den Nieren alkalischer Harn aus dem Blute ausgeschieden werden; denn bei Incontinentia urinae tröpfelt sehr gewöhnlich der Harn schon alkalisch ab. Im Allgemeinen beobachten wir einen alkalischen Harn bei allen Functionsstörungen der Nieren; deßhalb ist der Harn bei Nierenentzündungen, äußeren Verletzungen dieser Organe, bei vielen Gehirn- und besonders Rückenmarksleiden, so wie auch oft in der Bright'schen Krankheit alkalisch und enthält Kohlensäure und kohlensaure Salze. Endlich finden wir zuweilen den Harn alkalisch, wo wir nicht eine bestimmte Functionsstörung der Nieren oder überhaupt eine bestimmte Ursache dieser Erscheinung angeben können. In vielen acuten Krankheiten, in denen eine vollkommene Zersetzung des Blutes eingetreten ist, ist der Harn alkalisch, z. B. in collabirenden Blattern, bei bösartig verlaufenden Masern und Scharlach und besonders im Typhus; der Urin ist hier ammoniakhaltig, ebenso wie das Blut, welches ebensowohl in den erstgenannten Krankheiten, als im Typhus zuweilen Ammoniak enthält. Schönlein und Simon, Willis und Pellotan haben beobachtet, daß im Typhus gegen die Convalescenz hin, der während der Krankheit sauer gebliebene Harn erst, wenn auch auf kurze Zeit, alkalisch wird, ehe er seine normale Säure wieder erlangt. Solcher Harn enthält häufig auch Eiweiß, aber keineswegs darf man glauben, daß ein kohlensäurehaltiger alkalischer Harn immer auch Eiweiß führe.

Oxalsaurer Kalk ist von mir sehr oft auch in normalem Harn gefunden worden; ohne eine bestimmte Krankheit zu verrathen, scheint er sich bei besonders dazu qualificirten Personen nach dem Genusse kohlenstoffreicher und säuerlicher Substanzen im Urin in größern Mengen anzusammeln. Eine Thatsache ist es, daß Personen, die überhaupt zur Steinbildung geneigt sind und nach reichlicher Fleischkost Harnsäuregries oder Harnsäureblasensteine im Harne erzeugen, bei Vertauschung der gewöhnlichen Kost mit einer mehr vegetabilischen bald Harngries und Harnsteine zeigen, die aus oxalsaurem Kalk bestehen. Simon fand im Urine scrophulöser und rhachitischer Kinder zuweilen weiße Sedimente, die aus oxalsaurem Kalk bestanden. Auch im Harn Erwachsener, die an Tuberculosis, Arthritis und besonders an Osteomalacie oder Friabilität der Knochen leiden, habe ich sehr häufig neben Harnsäure und harnsaurem Ammo-

niak größere Mengen von oxalsaurem Kalk gefunden. Ueberhaupt kommt dieser Körper weit öfter in krankhaftem Harn vor, als man gewöhnlich glaubt; so habe ich denselben erst jüngst in zwei Fällen von Endocarditis gefunden. Bekannt ist, daß der oxalsaure Kalk die sogenannten maulbeerartigen Harnsteine bildet.

Man erkennt den oxalsauren Kalk in den Harnsedimenten sehr gut durch das Mikroskop; er stellt sich hier in scharfen, durchsichtigen Krystallen dar, die weder Octaëder noch Würfel sind (wofür man sie bisher gehalten hat), sondern vierseitige Doppelpyramiden, die aber in der Projection unter dem Mikroskop gleich sehr kleinen Würfeln oder etwas größern Octaëdern erscheinen. Kleine anderen Sedimenten beigemegte Quantitäten oxalsauren Kalks lassen sich nur schwierig mit Sicherheit nachweisen; die bloße chemische Untersuchung sowohl, als die bloße mikroskopische Exploration reichen zur Entdeckung geringer Mengen dieses Salzes nicht aus; namentlich erkennt man durch das Mikroskop kleine Mengen deßhalb nicht, weil oxalsaurer Kalk durch die Milchsäure des Harns aufgelös't erhalten wird, oder derselbe in so kleinen Massen ausgeschieden ist, daß er nicht gut an seiner Form erkannt werden kann. Man muß daher einen stark sauren Harn ziemlich neutral machen, die Flüssigkeit kochen und langsam erkalten lassen, damit sich das Kalksalz in größeren Krystallen ausscheide, und endlich zur bessern Distinction verdünnte Kaliflüssigkeit zusetzen, um das etwa gleichzeitig vorhandene Harnsäuresediment aufzulösen; denn man hat sich auch sehr zu hüten, sehr kleine rhombische Harnsäuretafeln oder kleine Kochsalzoctaëder, die bei der schnellen Verdunstung unter dem Mikroskop sehr bald erscheinen, für oxalsauren Kalk anzusehen.

Harnoxyd, auch harnige Säure, Xanthoxyd genannt, ist nur in Blasensteinen, und zwar höchst selten, gefunden worden; es bildet ein vollkommen amorphes Pulver, ist in Wasser wenig, in Alkohol und Aether gar nicht löslich; von ätzenden Alkalien wird es aufgelös't, durch Kohlensäure aber daraus wieder vollständig gefällt; von der Harnsäure unterscheidet es sich insbesondre dadurch, daß es, in Salpetersäure gelös't und verdunstet, eine gelbe, selbst durch Ammoniakdunst nicht roth werdende Masse hinterläßt. Seine Zusammensetzung unterscheidet sich von der der Harnsäure nur durch ein fehlendes Atom Sauerstoff; denn seine chemische Constitution wird durch die Formel: $C_5 H_4 N_4 O_2$ ausgedrückt.

Cystin kommt äußerst selten im Harn vor; am häufigsten hat man es noch in Blasensteinen gefunden; indessen ist es doch auch von Golding Bird in Harnsedimenten in Form von mikroskopischen, sechsseitigen Tafeln gefunden worden. Das Cystin ist ohne Geschmack und Geruch; in Wasser, Alkohol, Essigsäure unlöslich, leicht löslich aber in Mineralsäuren und in Alkalien. Beim Erhitzen zersetzt es sich unter Entwicklung eines ganz eigenthümlichen Geruchs. Merkwürdig ist es seines großen Schwefelgehalts wegen; nach Thaulow und Marchand ist seine chemische Zusammensetzung $= C_6 H_{12} N_2 S_2 O_4$.

Zucker findet sich, so viel bis jetzt bekannt, nur im Harne Honigruhrkranker. Dieser Zucker ist derselbe, den man auch in vielen säuerlich süßen Pflanzensäften findet und Fruchtzucker oder Krümelzucker nennt. Seine Zusammensetzung ist $= C_{12} H_{24} O_{12} + 2 H_2O$. Selbst geringe Quantitäten desselben lassen sich durch die Mitscherlich-Trommer'sche Zuckerprobe entdecken; diese Methode besteht bekanntlich darin, daß man die zu untersuchende Flüssigkeit mit etwas Kalilauge und Kupfervitriol versetzt; es bildet sich dann eine lasurblaue Lösung, welche nach einigem Stehen allmählig oder beim

Kochen sogleich einen gelbrothen Niederschlag von Kupferoxydul ausscheidet. Dobson, Bouchardat und Andere haben die Gegenwart dieses Zuckers bei Diabetes mellitus auch im Blute mit Bestimmtheit nachgewiesen.

Der Zucker geht im diabetischen Harn wegen dessen Gehalts an stickstoffhaltigen Materien sehr bald in Gährung über; zuerst stellt sich aber, und zwar oft schon nach wenigen Stunden Milchgährung ein, was sich schon aus dem Sauerwerden des Harns ersehen läßt; später tritt, besonders wenn der Harn sehr reich an stickstoffhaltigen Körpern ist, die weinige Gährung ein; deßhalb ist das Vorkommen von Fermentkügelchen in den Sedimenten diabetischen Harns, der einige Zeit an der Luft gestanden hat, wohl nichts Außerordentliches; in frischgelassenem diabetischen Harne findet man nie jene Fermentkügelchen.

Harnroth. Eine den Aerzten sehr bekannte Erscheinung ist das rothe Sediment des Harns in Fiebern; dasselbe besteht größtentheils aus Harnsäure, tingirt durch einen rothen Farbstoff; der letztere ist keineswegs identisch mit dem oben erwähnten Harnbraun des normalen Urins; seine chemische Natur ist noch nicht genügend erforscht; doch fehlt es ihm nicht an Namen wie rosige Säure, Uroerythrin u. s. w.

Cyanurin hat man den Farbstoff genannt, welcher die Ursache der Färbung des blauen Harns ist. Die von verschiedenen Auctoren beschriebenen blauen Farbstoffe dieser Art scheinen nicht immer von derselben Natur gewesen zu sein. Braconnot hat übrigens auch im schwarzen Urin ein besonderes Melanurin angenommen.

Gallenbraun, Cholepyrrhin (Berzelius), Biliphäin (Simon). Jedem Arzte ist die Farbe des icterischen Harns bekannt; es lag sehr nahe, diese Farbe dem in den Urin übergegangenen Gallenpigment zuzuschreiben, da im Icterus die Galle auf normalem Wege gar nicht oder nur unvollständig fortgeschafft wird. Die chemische Untersuchung hat jene Annahme bestätigt: durch Anwendung von Salpetersäure können wir in stärker tingirtem icterischen Harn dieselben Farbenveränderungen, wie in der Galle, hervorbringen; durch Salzsäure wird die gelbbraune oder rothbraune Farbe solchen Harns, wie die der Galle, in eine saftgrüne umgewandelt; indessen können wir dieses Pigment aus dem Harn ebenso wenig, als aus der Galle isolirt darstellen.

Bilifellinsäure. Nachdem Vorkommen des Gallenfarbstoffs im Harne ließ sich erwarten, daß auch andere Gallenbestandtheile im icterischen Harne zu finden sein würden. Simon hat sich insbesondere bemüht, diesen Stoff, so wie das Bilin selbst, unter solchen Verhältnissen im Harne nachzuweisen.

Albumin findet sich im Urin weit häufiger, als man gewöhnlich glaubt; die meisten Beobachter haben es selbst im Urin vieler wenigstens scheinbar gesunden Personen gefunden. Es findet sich aber bei vielen Krankheiten mehr oder weniger constant im Urin. Man ist längst davon zurückgekommen, bloß bei der Bright'schen Krankheit Eiweiß im Harn zu suchen. In vielen acuten Krankheiten, in welchen an ein besonderes Nierenleiden nicht zu denken ist, finden wir vorübergehend Eiweiß im Harn, vorzugsweise hat man dies bis jetzt beobachtet bei Entzündungen der Brustorgane, rheumatischen und intermittirenden Fiebern, im Typhus, so wie auch bei Scharlach und Blattern. Häufiger kommt es in acuten und chronischen Herzleiden, sowie in Krankheiten überhaupt vor, die mit Dyspnöe verbunden sind. In chronischen Krankheiten, in denen die ganze Stoffmetamorphose und besonders die Umwandlung des Bluts sehr darniederliegt, stellt sich das

Eiweiß sehr häufig im Harn ein; hieher gehören die Lungenschwindsuchten, die Honigharnruhr und das solchen Krankheiten folgende, hektische Fieber. In diesen Krankheiten beruht der Uebergang von Albumin aus dem Blute in den Harn nicht auf einem besondern Nierenleiden, sondern auf der veränderten Beschaffenheit des Bluts, bei welcher das Albumin auch das Gewebe der Nieren zu durchdringen im Stande ist. In Wassersuchten, wo sehr häufig albuminhaltiger Harn vorkommt, ist die Ursache dieser Erscheinung gewiß häufig auch in ödematöser Infiltration des Nierengewebes und Transsudation des hydropischen Serums zu suchen. Constant wird endlich Albumin im Harne gefunden, in der sg. Nephritis albuminosa oder Bright'schen Nierendegeneration; die Menge des Albumins in solchem Harn ist oft so groß, daß das Albumin beim Gerinnen in der Hitze den ganzen Urin einschließt, und beim Umkehren des Gefäßes am Ausfließen hindert. Simon[1]) hat jüngst in einem solchen Harn ganz eigenthümliche cylindrische Schläuche, in denen sich hier und da etwas Epithelium und einzelne körnige Massen erkennen ließen, durch das Mikroskop entdeckt; innerhalb und außerhalb derselben erkennt man oft auch eine Menge Eiterkörperchen; übrigens soll nach Schönlein das Vorkommen jener Schläuche das sicherste Zeichen wahrer Nephritis albuminosa sein. Jul. Vogel[2]) hat jene Schläuche sehr oft auch bei entzündlichen Krankheiten der Nieren beobachtet; sie sind offenbar Faserstoffcoagula, die, in den Bellini'schen Röhrchen gebildet, Epithelium, zersetzte Blutkörperchen und Eiterzellen mit einschließen und dann, wenn sie mit dem Harne ausgeleert werden, die Form jener Röhrchen zeigen; ihr Querdurchmesser schwankt nach Vogel zwischen $1/90$ und $1/200$ '''. Bei zwei Fällen abnorm verlaufender Scarlation habe ich jüngst im Harn auch jene Schläuche gefunden.

Daß übrigens bei Gegenwart von Blut oder Eiter im Urin stets etwas Albumin gefunden werde, versteht sich wohl von selbst.

Seiner Coagulirbarkeit halber läßt sich das Eiweiß im Harn sehr leicht entdecken, sobald seine Menge nicht zu gering und der Harn nicht stark alkalisch ist; schwach saurer oder alkalischer Harn läßt beim Kochen zuweilen kohlensauren Kalk niederfallen, daher man in diesem Falle stets Salpetersäure zur Untersuchung zu Hülfe nehmen muß. Sind die Eiweißmengen sehr gering, so wird es selbst aus saurem Harn nicht durch Kochen coagulirt; durch Erwärmen mit Salpetersäure erkennt man auch dann Spuren von Eiweiß noch ziemlich leicht.

Casein im isolirten Zustande d. h. ohne andere dem Harn fremdartige Stoffe, ist wohl noch nicht im Urin gefunden worden: es kommen aber im Harn zuweilen Proteinverbindungen vor, welche dem Casein mehr oder weniger nahe stehen; es ist bekannt, in wie verschiedenen Modificationen die Proteinverbindungen erscheinen können, und welchen entschiedenen Einfluß die Salze insbesondere auf deren Bildung und Umwandlung äußern. Man löse nur Käsestoff in verschiedenen Proben sauren, alkalischen, neutralen, concentrirten und verdünnten Harns auf, um sich zu überzeugen, wie verschieden die Reactionen dieses Stoffs alsdann sein werden; so wird Käsestoff, zu säuerlichem Harn gesetzt, in der Hitze gerinnbar wie Eiweiß. Dazu kommt, daß viele der Proteinverbindungen, die wir nicht unter dem Namen Albumin zusammenfassen, zugleich mit Fetten im Harn vorkommen, die, wie ich anderwärts dargethan, einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Reactionen solcher Verbindungen äußern. Hieher gehört z. B. das von

[1]) Fz. Simon, Müller's Arch. f. Physiol. 1843 H. 1.
[2]) Jul. Vogel, Icones histologiae pathologicae. p. 108.

Nauche im Harne Schwangerer gefundene Kiestein oder Gravidin, der chylöse Harn und der Milchharn.

Die fettöligen Stoffe in solchem Harn lassen sich in den meisten Fällen am einfachsten durch das Mikroskop erkennen, aber auch durch Extraction des Harnrückstandes mit Aether. Die Proteinverbindung ist aber nicht etwa immer durch Essigsäure als Casein fällbar; dagegen wird sie durch Erwärmen mit Salpetersäure in jedem Falle ausgeschieden. Die Eigenschaft aller Proteinverbindungen, von concentrirter Salpetersäure an der Luft blau gefärbt zu werden, läßt keine Verwechslung mit irgend einem andern Stoffe zu.

Eiter finden wir hauptsächlich bei Nieren- und Blasenleiden nicht selten im Urin, aus dem er sich meist in großen, dicken, klumpigen, grau- und gelblichweißen Massen absetzt. Zur Erkennung des Eiters überhaupt ist die chemische Analyse nicht eben sehr empfehlenswerth; die mikroskopische Untersuchung giebt uns hierüber weit bessern und bündigern Aufschluß. Indessen dürfen wir aus der mikroskopischen Erkennung von Eiterkörperchen noch keineswegs schließen, daß der Harn wahrhaften Eiter enthalte, und von einer wirklichen Vereiterung eines der uropoetischen Organe herrühre; denn wir wissen aus J. Vogel's schönen Untersuchungen über Eiterbildung, daß eine einfache mechanische oder dynamische Reizung einer Schleimhaut im Stande ist, diese Schleimkörperchen in der Weise zu vermehren, daß die abgeschiedene Masse unter dem Mikroskop ganz das Ansehn des Eiters erhält. Reizungen der Schleimhaut der Harnwege sind aber sehr häufig, und mit ihnen die Absonderung eiterähnlichen Schleims; vermag doch schon concentrirter und in der Blase länger zurückgehaltener Harn eine bedeutende Vermehrung des Schleims und jener Körperchen hervorzubringen. Die Uebergänge von diesem eiterähnlichen Schleim zu wahrhaftem Eiter sind so allmälig, daß eine strenge Unterscheidung völlig unmöglich ist. Das physische Verhalten von Eiter im Harn und das damit verbundene Vorkommen coagulirbaren Albumins in der filtrirten Flüssigkeit sind keineswegs stichhaltige Unterscheidungszeichen.

Blut findet sich zuweilen im Harn bei Vereiterungen oder anderen Verletzungen der uropoetischen Organe. In größeren Mengen läßt es sich schon an dem äußern Ansehn erkennen; das Mikroskop giebt aber über dessen Gegenwart den sichersten Aufschluß.

Sperma findet sich unter mancherlei Umständen dem Urine beigemischt, es scheidet sich in demselben als schleimiges Wölkchen aus; selbst nach längerer Zeit kann man im Sedimente solchen Harns noch die abgestorbenen Spermatozoen durch das Mikroskop erkennen.

Stoffe, die, dem thierischen Organismus von außen zugeführt, nur zufällig in demselben erscheinen.

Diese Substanzen sind meistentheils solche, die vom thierischen Organismus nirgends verwendet und also nicht als Nahrungsmittel im weitern Sinne des Wortes betrachtet werden können. Viele solcher für die thierische Stoffmetamorphose völlig untauglicher Materien werden im Darmkanale gar nicht absorbirt und gehen unverändert mit den festen Excrementen wieder ab. Die größere Anzahl dagegen wird in die Säftemasse des thierischen Körpers aufgenommen, und dann theils verändert, theils unzersetzt durch die Lungen- oder Hautausdünstung und häufiger noch durch den Harn wieder ausgeschieden. Die Körper, die man in dieser Hinsicht untersucht hat, gehören größtentheils zu den Arzneimitteln und Giften; leider ist man

aber über viele derselben rücksichtlich ihres Ueberganges in den Harn noch keineswegs gnügend aufgeklärt; im Betreff einzelner sind die Beobachter oft zu ganz entgegengesetzten Resultaten gelangt. Man hat sich überhaupt meistens nur mit Beantwortung der Frage begnügt, ob gewisse Substanzen in den Harn unverändert übergehen oder nicht, hat aber dabei gewöhnlich weit wichtigere Fragen ganz unberücksichtigt gelassen; nämlich, in welcher Weise gerade solche Substanzen, die wir nicht unverändert in den Excrementen wiederfinden, bei der thierischen Stoffmetamorphose umgewandelt werden. Das Studium der Veränderungen, welche gewisse, namentlich organische, von den Chemikern nach allen Richtungen hin genau untersuchte Substanzen im thierischen Körper erleiden, muß offenbar für die Kenntniß des Stoffwechsels im Organismus die wichtigsten Aufschlüsse geben; wir erforschen die Umwandlungen des Proteins und seiner Verbindungen durch Anwendung chemischer und physischer Agentien, um die Verwandlungen, denen es innerhalb der Lebenssphäre unterliegt, errathen zu können; Mulder und Liebig haben darin bereits Ausgezeichnetes geleistet, und doch sind wir noch nicht einmal über das Atomgewicht des Proteins im Klaren. Führen wir Substanzen, deren chemische Constitution genau bestimmt ist, und deren verschiedene Zersetzungsweisen hinlänglich eruirt sind, in den thierischen Organismus und untersuchen dort die Veränderungen derselben, so werden wir nicht bloß Bestätigungen für die Entdeckungen jener Koryphäen der Wissenschaft finden, sondern wir werden auch die Oxydationskraft des Organismus, die ganze Art und Weise des Chemismus, kurz das chemische Moment im belebten Körper erkennen, und es wird sich herausstellen, was für das X der Lebenskraft von den im thierischen Körpern concurrirenden Kräften übrig bleibt. Einer der ausgezeichnetsten Chemiker und Physiologen, Wöhler, hat schon vor längerer Zeit von einem solchen Gesichtspunkte aus auf eine große Anzahl chemischer Körper den thierischen Organismus gleichsam reagiren lassen und in der That dadurch glänzende Resultate erlangt.

Im Harn finden sich viele Substanzen wieder, wenn sie in großen Gaben genommen worden sind; man würde aber häufig gewiß sehr Unrecht haben, wenn man daraus schließen zu dürfen glaubte, daß diese Substanzen in derselben Menge unverändert wieder ausgeschieden würden. Sicherlich werden viele Stoffe, die man im Urin nach stärkeren Gaben wiedergefunden hat, theilweise verändert, und nur die überschüssige Masse, die der thierische Organismus nicht zu bewältigen vermochte und daher als völlig fremdartig auf dem kürzesten Wege wieder ausschied, erscheint unverändert im Urin; ganz so wie dies Wöhler von den Schwefellebern beobachtet hat, welche bekanntlich nach kleinen Gaben in den Urin als schwefelsaure Salze übergehen, nach großen Gaben aber zum Theil unverändert daselbst erscheinen. Daher kommt es, daß viele höchst wirksame Substanzen, die sich gewiß im Organismus zersetzen, und darin auf chemischem Wege Umwandlungen hervorrufen, dennoch zum Theil unverändert im Harn wieder gefunden worden sind. So mag es sich z. B. mit dem Chinin verhalten, welches von vielen Gelehrten, Piorry, Lavollier, Landerer, Valle u. a. im Harn wiedererkannt wurde. Ganz dasselbe gilt von den Metallen, über deren Ausscheidbarkeit durch die Nieren die Forscher so sehr verschiedene Resultate erlangt haben. Es ist aber eine durchaus noch unbeantwortete Frage, ob chemische Substanzen ohne alle chemische Veränderung und chemische Verbindung, d. h. durch rein mechanische Berührung (nicht mit Mitscherlich's Contactwirkung zu verwechseln) ir-

gend eine Wirksamkeit auf den Organismus äußern können, z. B. Graphit u. s. w.

Auffallend ist bei einigen Substanzen die Schnelligkeit, mit welcher sie nach dem Genusse im Harn wieder erscheinen; diese hängt aber zum Theil von der leichten Löslichkeit der fraglichen Substanzen in den thierischen Säften ab, theils auch davon, daß sie nur wenig oder gar keine Veränderungen im thierischen Körper erleiden. So hat man das Jodkalium schon 10 Minuten nach dem Genusse im Harn nachzuweisen vermocht; mir ist dies jedoch nicht gelungen, vielleicht weil ich zu wenig davon zu mir genommen hatte. Auf den Genuß von zwei Drachmen kohlensauren Natrons fand ich bei drei Personen den Harn nach $^3/_4$ Stunden neutral und ungefähr nach einer Stunde alkalisch. Sehr verschieden ist die Dauer, wie lange ein fremdartiger Stoff im thierischen Körper verweilt, ehe er vollständig abgeschieden ist; auch hier hängt es sehr von der chemischen Natur des aufgenommenen Stoffs ab; leicht lösliche Substanzen, die keine schwerlöslichen chemischen Verbindungen eingehen, werden sehr bald wieder vollständig aus dem Organismus entfernt sein; solche, die feste, unlösliche chemische Verbindungen mit thierischen Stoffen eingehen, bedürfen sehr langer Zeit zu ihrer vollständigen Ausscheidung. Auf den Genuß von zwei Drachmen essigsauren Kali's verschwand die alkalische Reaction im Harn schon nach 16 Stunden, auf den Genuß von drei Drachmen kohlensauren Natrons erst nach drei Tagen; allgemein bekannt ist, wie lange Silber, Quecksilber und andere Metalle im thierischen Körper, besonders in den Theilen verweilen, wo die Stoffmetamorthose nicht eben sehr rege ist.

Anorganische, nicht metallische Körper. Jod erscheint sehr bald im Urin an Natrium und Ammonium gebunden. Jodkalium, kieselsaure, borsaure, chlorsaure und kohlensaure Alkalien so wie Chlorbarium, Kaliumeisencyanür und Schwefelcyankalium gehen nach Wöhler's [1]) zahlreichen Untersuchungen in den Harn über; Kaliumeisencyanid wird im Thierkörper in Cyanür verwandelt, und gelangt als solches in den Harn; das Verhalten der Schwefellebern ist in dem Obigen bereits erwähnt worden.

Donné hat die Beobachtung gemacht, daß nach dem Genusse von Champagner oxalsaurer Kalk im Harn gefunden werde; man leitet dies von der in das Blut übergeführten Kohlensäure her. Um hierüber Aufklärung zu erhalten, ließ ich mehre Personen Gose (ein noch in Gährung begriffenes Weizenbier) des Abends trinken, und fand in dem am folgenden Morgen gelassenen Harn constant oxalsauren Kalk; dieselbe Beobachtung machte ich wiederholt auch mit doppeltkohlensaurem Natron; nach dem Genusse von Selterswasser ließ sich jedoch im Harn das Kalkoxalat nicht entdecken. Daß das letztere nicht dieselbe Wirkung wie andere kohlensäurereiche Getränke hervorbringt, liegt offenbar darin, daß das Selterswasser beim Aufhören des Drucks nur noch ein Vol. Kohlensäuregas zurückhält, während der Champagnerwein von vier Vol. verdichteten Gases nur ein halbes Vol. Kohlensäure verliert (wie Couërbe [2]) nachgewiesen); deßhalb versagte auch das doppeltkohlensaure Natron in dieser Hinsicht jene Wirkung nicht. Wir führen hier die bloßen Thatsachen an, und lassen es unentschieden, ob die Kohlensäure auf rein mechanischem Wege die vollkommene Verbrennung der in der Harnsäure hypothetisch angenommenen Urilsäure zu Kohlensäure u. s. w. hindert, oder ob etwa die Kohlensäure vermöge ihrer bekannten Einwirkung

---

[1]) Wöhler, Tiedemann's Zeitschr. f. Physiol. Bd. 1. S. 305.
[2]) Couërbe, Journ. de Pharm. T. XXVI. p. 221.

auf das Nervensystem die dem Organismus inwohnende Oxydationskraft in so weit hemmt, daß gewisse Kohlenstoffatome nur bis zu Oxalsäure oxydirt werden. Niemand, der einigermaßen mit der Chemie vertraut ist, wird aber etwa glauben, daß hier die Kohlensäure zu Oxalsäure reducirt werde.

Metallische Körper. Der Uebergang des Arseniks in den Harn ist durch die Untersuchungen von Orfila und Meurer mit Bestimmtheit nachgewiesen worden; ebenso hat Orfila das Antimon im Urine wiedergefunden. Schwerer oder vielleicht gar nicht geht das Quecksilber in den Urin über; Cantu und Buchner glaubten es darin gefunden zu haben; allein Rees, Heritier und mir ist es durchaus nicht gelungen. Eisen findet sich bekanntlich in Spuren schon im normalen Harne; nach dem Gebrauch von Eisenpräparaten hat man den Harn zuweilen durch geringe Quantitäten Berlinerblau bläulich und grünlich gefärbt gefunden. Becquerel will im Harn Chlorotischer, die mit Eisenpräparaten behandelt wurden, stets das Eisen wieder gefunden haben; Gelis ist zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen; er fand nie einen Eisengehalt des Urins nach dem Gebrauche von milchsaurem Eisen. Bekannt ist allerdings, daß wenigstens der größte Theil genommenen Eisens mit den festen Excrementen wieder fortgeht. Orfila hat bei Versuchen an Thieren nach sehr starken Gaben Gold, Silber, Zinn und selbst Blei und Wismuth im Urine wiedergefunden. Blei und Wismuth gehen aber gewiß sehr schwer in den Harn über, da man deren Vorkommen im Harne bisher vollkommen leugnete.

Organische Säuren und deren Salze. Die meisten organischen Säuren gehen nach Wöhler's Untersuchungen unzersetzt in den Harn über, meist erscheinen sie an Basen gebunden: Oxalsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure und Gallussäure. Eine der schönsten Entdeckungen Wöhler's ist, daß die neutralen, pflanzensauren Alkalien sich bei der thierischen Stoffmetamorphose zersetzen und im Harne als kohlensaure Salze wieder erscheinen. Schon wenige Stunden nach dem Genusse solcher Salze wird der Harn alkalisch, trüb von ausgeschiedenen phosphorsauren Salzen, und braus't wegen des Gehalts an Kohlensäure mit Säuren sehr stark auf; war die Quantität der aufgenommenen, pflanzensauren Salze sehr groß, so habe ich im Harn immer auch etwas oxalsauren Kalk gefunden. Nicht überflüssig schien es mir, auch milchsaure Alkalien in dieser Hinsicht zu untersuchen; auf den Genuß von zwei Drachmen milchsauren Natrons wurde der Harn schon nach zwei Stunden alkalisch. Um mich zu überzeugen, ob diese Verbrennung im Blute wirklich durch den Sauerstoff vor sich gehe, injicirte ich einem Hunde in die V. jugularis eine Drachme milchsaures Kali, und fand nach einer Stunde den Harn dieses Hundes bereits alkalisch. Es ist also klar, daß jene Umwandlung der organischsauren Alkalien in Kohlensäure wohl nicht bereits im Darmkanale durch die Verdauungssäfte oder thierischen Häute, sondern erst im Blute vor sich gehe. Auffallend ist es aber, daß freie Säuren im Harn größtentheils unverändert und nur an Basen gebunden wieder erscheinen, während die an Alkalien gebundenen, organischen Säuren so schnell oxydirt werden. Indessen müssen wir uns einerseits erinnern, daß die Gegenwart hinreichenden Alkalis mehr zur Oxydation oder Verbrennung der organischen Säuren beiträgt, während in der Säftemasse vielleicht Alkali genug ist, um die organischen Säuren selbst zu sättigen, nicht aber, um die daraus entstandene Kohlensäure zu binden; der Gehalt des Blutes und anderer thierischen Säfte an Alkali und Salzen

ist aber bekanntlich im normalen Zustande nur geringen Schwankungen unterworfen; erklärt ist jene Erscheinung somit noch nicht, doch findet sie vielleicht in diesen Thatsachen einige Deutung. Hinzufügen muß ich noch, daß ich nach dem Genusse freier Säuren weit häufiger oxalsauren Kalk im Harn gefunden habe, als nach dem Genusse der Alkalisalze derselben Säuren.

Wöhler und später Ure und Keller haben nachgewiesen, daß Benzoesäure im menschlichen Organismus, so wie in dem der fleischfressenden Thiere sich in Harnbenzoesäure umwandelt und als solche im Urin erscheint. Ure glaubte, daß die Harnbenzoesäure dann an die Stelle der Harnsäure trete; allein Wöhler und Keller haben dies neuerdings als erwiesen unrichtig dargethan. Baring Garrod will dagegen eine constante Verminderung des Harnstoffgehalts im Urin gefunden haben, was Fz. Simon's Untersuchungen jedoch nicht bestätigen. Es würde allerdings interessant sein, wenn man nach dem Genusse der Benzoesäure constant einen stickstoffhaltigen Bestandtheil des Harns vermindert fände; allein meinen Untersuchungen nach, die ich in Bezug hierauf an mir selbst anstellte, ist dies nicht der Fall; bei vier Analysen, die ich mit dem Harn anstellte, den ich in den unmittelbar nach dem Genusse von je zwei Drachmen Benzoesäure folgenden 24 Stunden entleerte, fand ich die Harnsäure gar nicht, den Harnstoff im Durchschnitt nur wenig und am meisten noch die Ammoniaksalze vermindert. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die Hippursäure sich nicht aus Benzoesäure und bereits gebildetem Harnstoff und etwa Milchsäure bilden wird, sondern daß nur die Atome der in Zersetzung begriffenen stickstoffhaltigen Materien des Blutes, welche gewöhnlich zu Milchsäure und Harnstoff zusammentreten, bei Gegenwart von Benzoesäure sich mit dieser zu Hippursäure vereinigen; nach Liebig würden nämlich 2 At. Benzoesäure mit 1 At. Harnstoff und 1 At. Milchsäure — 1 At. Wasser = 2 At. Hippursäure bilden (denn $C_{28}H_{20}O_6 + C_2H_8N_4O_2 + C_6H_8O_4 = 2\ C_{36}H_{36}N_4O_{12}$). Da die Hippursäure (wegen ihrer Zersetzung mittelst Bleihyperoxyd, wo sie Benzamid liefert) keine Benzoesäure enthalten kann, und überdies den angeführten Analysen nach die Ammoniaksalze im Harn verändert sind, so könnte man sich wohl denken, daß die Benzoesäure mit dem Ammoniak zunächst Benzamid bilde, und dieses mit den Elementen zum Theil verbrannter Milchsäure die Hippursäure erzeuge, nemlich $C_{14}H_{10}O_3 + H_6N_2 + C_6H_5O_5 + 6\ O = 2\ CO_2 + 4\ H_2O + C_{10}H_{18}N_2O_6$.

Erdmann und Marchand haben die interessante Entdeckung gemacht, daß auch die Zimmetsäure ($C_{18}H_{14}O_3$) im Thierkörper in Harnbenzoesäure umgewandelt und durch die Nieren ausgeschieden werde: dies kann nach ihnen entweder dadurch geschehen, daß der Zimmetsäure ganz einfach 4 At. Kohlenstoff und 4 At. Wasserstoff entzogen werden und somit zunächst Benzoesäure gebildet wird, aus der sich dann Hippursäure erzeugt, oder dadurch, daß sich Cinnamid bildet ($C_{18}H_{14}O_3 + H_6N_2 - H_2O = C_{18}H_{18}N_2O_2$), welches nur noch 4At. Sauerstoff aufzunehmen braucht, um sich in Harnbenzoesäure zu verwandeln.

Pflanzenbasen. Von dem theilweisen Uebergang des Chinins in den Harn ist schon in dem Obigen die Rede gewesen; über den anderer Alkaloide haben wir noch keine Erfahrungen.

Indifferente organische Stoffe. Nach Wöhler gehen die meisten Farbstoffe, so wie auch viele Riechstoffe, unverändert oder nur wenig modificirt in den Harn über, z. B. von Indigo, Gummigutt, Rhabarber, Krapp, Campecheholz, von rothen Rüben und Heidelbeeren, die riechenden Bestandtheile von Baldrian, Asa fötida, Knoblauch, Bibergeil, Safran und Terpenthin.

Im Urin fand Wöhler nicht wieder: Campher, Harze, brenzliches Oel, Moschus, Alkohol, Aether, Coccusroth, Lackmus, Saftgrün und den Alkannafarbstoff. Von indifferenten, krystallisirbaren Substanzen habe ich im Harn nicht wieder entdecken können: Salicin, Phlorrhizin, Coffein, Theobromin, Asparagin und Amygdalin. Die Umwandlungen, welche diese letzteren Stoffe bei der thierischen Stoffmetamorphose erleiden, näher zu studiren, habe ich mich wiederholt bemüht. Da man die Zersetzungsweisen des Salicins und seine Zersetzungsproducte so vielfach studirt und eruirt hat, so bot zunächst das Verhalten des Salicins im thierischen Organismus ein besonderes Interesse dar. Es frug sich: zersetzt sich das Salicin im Thierkörper in Zucker und Saliretin ($C_{42}H_{58}O_{22} = C_{12}H_{28}O_{14} + C_{30}H_{30}O_8$; wie dies bei Digestion mit verdünnten Säuren geschieht)? oder in Salicylwasserstoff und Wasser ($C_{42}H_{58}O_{22} + O = 3\ [C_{14}H_{12}O_4] + 11\ H_2O$, wie dies durch doppeltchromsaures Kali und Schwefelsäure geschieht)? oder bildet sich anstatt des Salicylwasserstoffs Benzoesäure oder vielmehr Hippursäure, da Salicylwasserstoff und Benzoesäurehydrat metamer sind ($C_{14}H_{10}O_4 + H_2 = C_{14}H_{10}O_3 + H_2O$)? oder wird Salicin in Salicylwasserstoff, dieser aber in das isomere Omichmyloxyd umgewandelt? oder wird endlich das Salicin so wie beim Schmelzen mit Aetzkali oxydirt, daß 2 At. Salicylsäure, 6 At. Oxalsäure, 2 At. Kohlensäure und 17 At. Wasser aus 1 At. Salicin und 29 At. Sauerstoff werden ($C_{42}H_{58}O_{22} + 29\ O = C_{28}H_{24}O_{12} + C_{12}O_{18} + C_2O_4 + 17\ H_2O$)? Nachdem ich selbst oder andere Personen Salicin zu 20 bis 30 Gran Abends vor Schlafengehen oder auch am Tage genommen hatte, wurde der in den nächsten 24 Stunden gesammelte Harn nach allen diesen Richtungen hin untersucht. Bei 16 solcher Beobachtungen fand ich nie Saliretin, was auch wohl an sich am unwahrscheinlichsten war, dagegen stets Salicylwasserstoffe, welches sich neben Omichmyloxyd im ätherischen Extracte befand und gegen salpetersaures Eisenoxyd die bekannte, purpurblaue Reaction gab, bei den meisten Versuchen auch sehr geringe Mengen von Hippursäure, die sich aber nicht aus Salicylwasserstoff, sondern aus Salicylsäure gebildet haben mag, da ich nämlich in jeder der zahlreichen einzelnen Harnproben oxalsauren Kalk nachzuweisen vermochte.

Auch nach dem Genusse von Phlorrhizin habe ich bereits Harnbenzoesäure und oxalsauren Kalk im Harn gefunden.

In Bezug auf die erwähnten, stickstoffhaltigen, krystallisirbaren Körper haben mich meine Versuche zur Zeit nicht mehr gelehrt, als daß sie eine vermehrte Ausscheidung der gewöhnlichen, stickstoffhaltigen Körper des Urins, namentlich des Harnstoffs bedingen. Zu bemerken sei mir noch erlaubt, daß das Coffein, welches ich früher zu einem Scrupel zu mir genommen hatte und während des dem Genusse folgenden Schlafs ohne alle bemerkbare Wirkung gewesen war, im Organismus zweier meiner Schüler (die von derselben Masse Coffeins gleiche Quantitäten genommen hatten) sehr heftige Aufregung des Nerven- und Gefäßsystemes hervorbrachte, welche mit geschlechtlicher Aufregung und Pollutionen verbunden war. Letztere Erscheinung steht mit Mulder's Erfahrung einigermaßen im Einklange, daß ein trächtiges Kaninchen, nachdem es Coffein bekommen, abortirte.

Quantitative Zusammensetzung des normalen Harns.

Seit der ersten quantitativen Analyse des Harns, welche Berzelius im Jahre 1803 anstellte, ist der Harn im normalen und abnormen Zustande unzählige Mal quantitativ untersucht worden: allein solche Analysen konnten

für Physiologie und Pathologie kein allgemeineres Interesse darbieten, da sie meistens nicht nach einem gewissen Systeme, nicht nach einer bestimmten Richtung hin angestellt worden waren. Diese quantitativen Untersuchungen konnten daher nicht zu einer allgemeinern Würdigung des Harns und der Harnexcretion von physiologischer und pathologischer Seite führen, zumal da dieselben sich immer mehr auf krankhaften Harn bezogen, während man die Normalverhältnisse des physiologisch-excernirten Harns noch gar nicht kannte. Deßhalb setzte ich mir vor mehren Jahren das Ziel, durch eine größere Reihe von Analysen zu bestimmen, welche Quantitäten von Harn, und in welchen Verhältnissen seine Bestandtheile in bestimmten Zeiten excernirt, und wie weit diese Verhältnisse unter verschiedenen äußeren Bedingungen verändert würden. Während ich meine Untersuchungen [1]) über die quantitativen Verhältnisse des normalen Harns und ihrer Veränderung innerhalb der physiologischen Grenzen fast nur auf meine Person beschränkte: haben Lecanu [2]) und nach ihm Becquerel [3]), die Nothwendigkeit fühlend, zunächst gewisse Normalverhältnisse aufzusuchen, außerordentlich zahlreiche und mühsame Untersuchungen an einer großen Anzahl verschiedener, unter verschiedenen Verhältnissen lebender Personen angestellt. Ehe ich die weit ausgedehnteren Untersuchungen Lecanu's und Becquerel's anführe, sei es erlaubt, die von mir erlangten Resultate rücksichtlich der Mengenverhältnisse des täglich ausgeschiedenen Harns bei geregelter Diät und bei verschiedener Kost mitzutheilen, da diese sich zugleich auf alle einzelnen Bestandtheile des Harns erstrecken und somit eine der Uebersicht halber zu gebende genauere quantitative Analyse des Harns überflüssig machen.

Nachdem ich mich bemüht hatte, die besten Methoden aufzufinden, um mit möglich größter Sicherheit die Harnbestandtheile quantitativ zu bestimmen: sammelte ich 14 Tage hindurch allen von mir gelassenen Harn und unterwarf die täglich d. h. in je 24 Stunden entleerten Mengen der chemischen Analyse. Während dieser 14 Tage beobachtete ich eine strenge Diät; ich nahm nur soviel feste Nahrungsmittel und so viel Wasser zu mir, als ich zur Stillung des Hungers und Durstes nothwendig fühlte, machte mir täglich zweimal eine Stunde lang Bewegung im Freien und hütete mich vor geistigen Getränken, so wie vor stärkeren körperlichen Anstrengungen.

Nach diesen Untersuchungen entleerte ich täglich:

		im Mittel			Schwankungen			
Harn	=	1057,800	Grm.	zw.	898,000	und	1448,000	Grm.
Feste Bestandtheile	=	67,820	»	»	56,905	»	78,476	»
Harnstoff	=	32,498	»	»	27,728	»	39,077	»
Harnsäure	=	1,183	»	»	0,919	»	1,630	»
Milchsäure (frei und gebunden)	=	2,625	»	»	2,128	»	3,090	»
Extractivstoffe	=	10,508	»	»	9,395	»	12,516	»
Phosphorsaures Natron . . .	=	3,673	»	»	3,292	»	4,340	»
Phosphorsaure Erden	=	1,097	»	»	1,019	»	1,205	»
Schwefelsaure Alkalien . . .	=	7,026	»	»	6,545	»	7,965	»
Kochsalz und Salmiak . . .	=	3,518	»	»	3,234	»	4,038	»
Schleim	=	1,037	»	»	0,907	»	1,197	»

---

[1]) Lehmann, Journ. f. prakt. Chemie Bd. 25 S. 1 ff. und Bd. 27 S. 257 ff.
[2]) Lecanu, Journ. de Pharm. T. XXV. Dcbr. 1839.
[3]) Becquerel, Semeiotique des urines par Alfred Becquerel; deutsch bearbeitet von E. Neubert 1842.

Bevor wir die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen anderer Beobachter mit den obenstehenden vergleichen, wird es nicht unpassend sein, hieran sogleich die von mir über die Veränderungen des Harns bei verschiedener Kost angestellten Beobachtungen zu knüpfen, zumal da diese, eine und dieselbe Individualität betreffend, die Unterschiede und Veränderungen um so besser hervortreten lassen. Schon früher hatte ich mit meinem Freunde, Prof. Hasse, die Einwirkungen verschiedener Nahrungsmittel auf den menschlichen Organismus mit besonderer Berücksichtigung der Excretionen zu studiren gesucht; später habe ich diese und ähnliche Beobachtungen wiederholt und dabei meine Aufmerksamkeit insbesondere auf die Constitution des Harns gerichtet.

Während ich im Uebrigen dasselbe Diätverhalten beobachtete, wie bei der vorigen Untersuchung, nahm ich zwölf Tage hindurch nur rein animalische Nahrungsmittel zu mir, und zwar die letzten vier Tage nur rohe oder gesottene Eier. Von letzteren verzehrte ich täglich 32 Stück oder 497,28 Grm. Dotter und 736,32 Grm. Weißes; diese enthalten aber 189,7 Grm. trocknes, aschenfreies Albumin und 157,48 Grm. Fett oder ungefähr 228,75 Grm. Kohlenstoff und 30,16 Grm. Stickstoff.

Nach 12 Beobachtungen entleerte ich während der animalischen Kost in 24 Stunden:

		im Mittel			Schwankungen.			
Harn	=	1202,500	Grm.	zw.	979,000	und	1384,000	Grm.
Feste Bestandtheile	=	87,440	»	»	79,340	»	89,840	»
Harnstoff	=	53,198	»	»	49,134	»	56,887	»
Harnsäure	=	1,478	»	»	1,371	»	1,565	»
Milchsäure	=	2,167	»	»	2,056	»	2,232	»
Extractivstoffe	=	5,145	»	»	5,182	»	5,208	»
Phosphorsaures Natron . . .	=	5,421	»	»	5,404	»	5,438	»
Phosphorsaure Erden	=	3,562	»	»	3,374	»	3,642	»
Schwefelsaure Alkalien . . .	=	10,399	»	»	9,529	»	11,268	»

Sehr auffallend ist das Verhältniß des Stickstoffs in diesem Harn zu dem Stickstoff, der mit den Nahrungsmitteln aufgenommen wurde; von dem mit den Eiern aufgenommenen 30,16 Grm. Stickstoff wurden allein durch den Harnstoff 25,623 Grm. aus dem Organismus wieder entfernt; denken wir daran, daß die Harnsäure und die Extractivstoffe des Harns auch Stickstoff enthalten und diesen also mit fortgeführt haben, so bliebe von dem aufgenommenen Stickstoff gar nichts übrig, um durch die Perspiration, durch den Stuhlgang u. s. w. entfernt zu werden; allein wir müssen erwägen, daß hier dem thierischen Organismus eine übergroße Menge Stickstoff zugeführt wurde, und daß durch diese übergroße Aufnahme von stickstoffhaltigem Material nicht die anderen Excretionen z. B. Hautabschuppung und Stuhlgang vermehrt wurden. Dieses auffallende Verhältniß beweis't nur, daß die Nieren das Mittel sind, durch welches sich der Organismus alles überschüssigen Stickstoffs schnell zu entledigen sucht, und ferner, daß die selbst überschüssig in den Körper gebrachten Proteinverbindungen ziemlich vollständig im Darmkanale resorbirt und bei der Blutmetamorphose zu galligen und urinösen Stoffen umgewandelt werden. Ein Ueberschuß von Protein in der Nahrung geht also nicht unverändert durch den Darmkanal ab, und der Stickstoff, den wir in den festen Excrementen finden, kann also nicht unmittelbar von solchem überschüssigen Protein herrühren, sondern hat seine Quelle in den aus der Leber in den Darmkanal entleerten Gallenstoffen.

Während des Genusses rein vegetabilischer Nahrungsmittel entleerte ich nach zwölftägiger Beobachtung:

		im Mittel	Schwankungen
Harn	=	909,000 Grm.	zw. 120,000 und 1212,000 Grm.
Feste Bestandtheile	=	59,235 »	» 54,082 » 66,248 »
Harnstoff	=	22,481 »	» 20,880 » 23,815 »
Harnsäure	=	1,021 »	» 0,933 » 1,135 »
Milchsäure	=	2,531 »	» 2,383 » 2,657 »
Extractivstoffe	=	16,499 »	» 13,445 » 17,225 »

Zwei Beobachtungen eines bei absolut stickstofffreier Kost entleerten Harns geben folgende Mittelzahlen der in 24 Stunden entleerten Mengen an

festen Bestandtheilen	=	41,680 Grm.
Harnstoff	=	15,408 »
Harnsäure	=	0,735 »
Milchsauren Salzen	=	5,276 »
Extractivstoffen	=	11,854 »

Der bessern Uebersicht wegen stellen wir hier nur noch die Quantitäten der täglich ausgeschiedenen festen Bestandtheile des Harns zusammen.

	Feste Bestandtheile	Harnstoff	Harnsäure	Milchsäure und deren Salze	Extractivstoffe
Bei gemischter Kost	= 67,82	32,498	1,183	2,257	10,489
» animalischer »	= 87,44	53,198	1,478	2,167	5,145
» vegetabilischer »	= 59,24	22,481	1,021	2,669	16,499
» stickstofffreier »	= 41,68	15,408	0,735	5,276	11,854

Die Resultate dieser Untersuchungen sind hiernach etwa folgende:

1) Durch thierische Nahrungsmittel werden die festen Bestandtheile des Harns sehr vermehrt, durch vegetabilische dagegen und noch mehr durch stickstofffreie Kost erheblich vermindert.

2) Obgleich der Harnstoff ein Product der verbrauchten und zersetzten Organe des thierischen Organismus ist, so hängt seine Quantität im Urin doch zum Theil mit von der Art der genossenen Nahrungsmittel ab; bei der stickstoffreichen animalischen Kost ist der Harnstoff absolut vermehrt, bei vegetabilischer und azotloser Kost aber absolut vermindert. Der Harnstoffgehalt nimmt aber auch je nach den Nahrungsmitteln im Verhältniß zu den übrigen festen Harnbestandtheilen zu oder ab. Bei gemischter Kost war in meinem Harn sein Verhältniß zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100:116, bei animalischer = 100:63, bei vegetabilischer = 100:156, bei azotloser endlich = 100:170.

3) Die Harnsäuremenge im Urin hängt von anderen Verhältnissen und etwa anderen in den Organismus gebrachten Stoffen weit mehr ab, als von den eigentlichen Nahrungsmitteln; die Differenzen in den verschiedenen Beobachtungen sind zu gering, als daß man gerade den Nahrungsmitteln einen wesentlichen Einfluß auf die Bildung der Harnsäure zuschreiben dürfte.

4) Die Proteinverbindungen und somit der Stickstoff der eigentlichen Nahrungsmittel werden selbst im Ueberschuß im Darmkanale aufgesogen, und dann das, was nicht zur Reproduction der verbrauchten Organe verwendet wird, umgewandelt und unter der Form von Harnstoff und Harnsäure sehr bald wieder durch die Nieren abgeschieden. Den überschüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus nur durch die Nieren.

5) Dem aufgenommenen stickstoffhaltigen Material, d. h. den schwefel- und phosphorhaltigen Proteinverbindungen wird eine ziemlich entsprechende Menge schwefelsaurer und phosphorsaurer Salze entleert: nach dem Genusse

fast reiner Proteinverbindungen ist die Menge jener Salze im Harn um ein Erhebliches vermehrt.

6) Diesen Vordersätzen zufolge müssen die übrigen organischen Bestandtheile des Harns, d. h. die sogen. Extractivstoffe, bei animalischer Kost sehr vermindert sein: wir finden aber bei den Untersuchungen nach vegetabilischer Kost eine absolute (nicht bloß relative) Vermehrung solcher Stoffe, ein Beweis, daß also die vegetabilischen Nahrungsmittel einen großen Antheil an der Bildung der Extractivstoffe im Harn haben.

7) Bei animalischer Kost wird weniger Milchsäure durch den Harn entleert, dieselbe ist aber größtentheils nicht an Basen gebunden; bei vegetabilischer Kost wird dagegen weit mehr Milchsäure entleert, diese ist aber zur größern Hälfte an Alkalien gebunden; nach dem Genusse azotloser Nahrungsmittel findet die stärkste Vermehrung der Milchsäure Statt; der kleinste Theil derselben ist frei, der größte Theil an Ammoniak gebunden. Die durch den Urin entleerte Milchsäure ist daher allerdings größtentheils das Product nicht vollkommen umgewandelter, stickstofffreier Nahrungsmittel, bildet sich aber auch zum Theil mit bei der Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile der verbrauchten Organe und der Nahrungsmittel.

8) Die Nieren scheiden aus dem Blute nicht bloß gewisse Bestandtheile der bei der allgemeinen Stoffmetamorphose untauglich gewordenen Organe und insbesondere die hierbei gebildeten Salze aus, sondern sie führen auch das überschüssig aufgenommene Nahrungsmaterial mehr oder weniger umgewandelt wieder an die Außenwelt ab.

Lecanu's und Becquerel's Untersuchungen zeichnen sich, wie schon erwähnt, dadurch aus, daß sie mit Harn angestellt worden sind, der von verschiedenen unter verschiedenen Verhältnissen lebenden Personen, verschiedenen Geschlechts und verschiedenen Alters gelassen wurde. Wir theilen die Resultate dieser Untersuchungen in möglichster Kürze mit. Lecanu fand, daß 16 Personen verschiedenen Alters und Geschlechts bei verschiedener aber hinreichender Nahrung in 24 Stunden zwischen 525 u. 2271 Grm. Harn entleerten; Becquerel dagegen, daß von 4 Männern täglich im Durchschnitt 1267,3 Grm., von 4 Frauen 1371,7 Grm. Harn gelassen wurde.

Die Quantitäten der festen Bestandtheile hat Lecanu nicht besonders bestimmt, sondern sie nur nach dem specifischen Gewichte zu schließen gesucht; der Harn von Männern in den Blüthejahren hatte eine größere Dichtigkeit, als der von Frauen, Kindern und Greisen. Nach Becquerel entleerten vier Männer täglich im Mittel 39,52 Grm., vier Frauen 34,21 Grm. fester Bestandtheile durch den Harn.

Nach zwölftägigen Beobachtungen an Männern, Frauen, Greisen und Kindern fand Lecanu für den täglich excernirten Harnstoff folgende Zahlen:

	im Mittel	Schwankungen		
Bei Männern	28,05	zw. 23,15	und	33,05
» Frauen	19,11	» 9,92	»	28,30
» Greisen	8,11	» 3,90	»	12,26
» Kindern von 8 Jahren	13,47	» 10,47	»	16,46
» » » 4 »	4,50	» 3,71	»	5,30

Nach Becquerel's Beobachtungen excerniren Männer in 24 Stunden im Durchschnitt 17,537 Grm., Frauen dagegen nur 15,582 Grm. Harnstoff.

Die Differenz in den Resultaten der verschiedenen Beobachter beruht allerdings zum Theil auf den verschiedenen Methoden der chemischen Untersuchung und Berechnung (was an diesem Orte genauer auseinanderzusetzen

zu weitläufig sein würde): allein sehr bedingt sind die Differenzen der ausgeschiedenen Mengen vom Harnstoff und den übrigen Harnbestandtheilen zweifelsohne durch die verschiedene Individualität der Personen. Wir haben so eben den Einfluß der Nahrungsmittel auf die Constitution des Harns kennen gelernt; die Franzosen werden im Allgemeinen weniger Harnstoff ausscheiden, da sie im Ganzen weniger animalische Nahrung zu sich nehmen, als Deutsche; hätte man in England solche Untersuchungen angestellt, wie es Lecanu und Becquerel in Frankreich thaten, so würde man noch bedeutendere Differenzen gefunden haben; denn die Engländer genießen so viel Animalien, daß Prout aus dem frisch gelassenen Harn ohne Weiteres den Harnstoff mit Salpetersäure niederschlagen konnte, was bei einem gewöhnlichen deutschen Harne nicht leicht vorkommen dürfte. Statistischen Angaben nach soll in London von einer gleichen Anzahl Menschen sechsmal mehr Fleisch consumirt werden, als in Paris. Ueberdies muß man aber erwägen, daß die verschiedenen Verhältnisse der Verdauung zur Ernährung, die specifische Umwandlung des Bluts in den Haargefäßen und in der Lunge, kurz die ganze Stoffmetamorphose im thierischen Organismus von dem entschiedensten Einflusse auf die quantitativen Verhältnisse der Urinausscheidung sein muß. Dies beweis't ein Vergleich der Analysen gesunden Harns, die von den besten Autoren, von Berzelius, Christison, Simon und Anderen angestellt worden sind.

Fast noch variabler, als die täglich ausgeschiedenen Harnstoffmengen, sind die der Harnsäure bei verschiedenen Personen und nach verschiedenen Beobachtern. So fand Lecanu nach einer zwölftägigen Beobachtung, daß im Durchschnitt täglich ausgeschieden wurden:

von einem 20jährigen Manne	. . . .	0,995	Grm.	Harnsäure.
» » 22 » » »	. . . .	0,997	»	»	»
» » 38 » » »	. . . .	1,120	»	»	»
» » 19 » » Mädchen	. . .	0,472	»	»	»
» » 43 » » Frau	. . . . .	0,454	»	»	»

Becquerel fand nach achttägiger Untersuchung des Urins von vier Männern und vier Frauen, daß erstere in 24 Stunden durchschnittlich 0,495 Grm., letztere 0,557 Grm. Harnsäure entleerten. Heritier fand dagegen die Schwankungen der täglich entleerten Harnsäure nur zwischen 0,3 und 0,7 Grm.

Die täglich entleerten Mengen der Milchsäure und Extractivstoffe hat Lecanu nicht speciell zu bestimmen gesucht. Becquerel giebt als Mittel für die tägliche Entleerung dieser Stoffe 11,738 Grm. bei Männern und 9,655 Grm. bei Frauen an, während ich täglich bei gemischter Kost im Mittel 13,133 Grm. Milchsäure und Extractivstoffe mit dem Harn entleerte.

Die Quantitäten der feuerbeständigen Salze differiren bei verschiedenen Personen, die unter verschiedenen Verhältnissen leben, ganz außerordentlich. Lecanu fand folgende Quantitäten der täglich durch den Urin entleerten Salze:

	im Mittel	Schwankungen
Bei Männern . .	16,88 Grm.	zw. 9,96 und 24,50 Grm.
» Frauen . .	14,38 »	» 10,28 » 19,63 »
» Kindern . .	10,05 »	» 9,91 » 10,92 »
» Greisen . .	8,05 »	» 4,84 » 9,78 »

Becquerel erhielt als Mittelresultat der täglich ausgeschiedenen Mengen feuerbeständiger Salze bei Männern = 9,751 Grm. und bei Frauen

8,426 Grm. In meinem Urin fand ich während der gemischten Kost täglich im Durchschnitt = 15,245 Grm. feuerbeständiger Salze (Schwankungen zwischen 9,652 und 17,284 Grm.).

In Betreff der Quantitäten von phosphorsaurem Kalk, die täglich durch den Urin ausgeschieden werden, fand Lecanu Schwankungen zwischen 0,029 und 1,960 Grm. So bedeutende Differenzen habe ich weder an meinem eigenen, noch dem Harn anderer Personen gefunden, sobald gemischte Nahrungsmittel genossen wurden. Daß aber die Nahrungsmittel allerdings auf die Quantitäten der ausgeschiedenen phosphorsauren Erden Einfluß haben, geht aus den oben mitgetheilten Zahlenverhältnissen hervor. Merkwürdig ist, daß auch die von Berzelius, Simon und Anderen mitgetheilten Analysen im Gehalte an phosphorsauren Erden wenig differiren. Bemerkenswerth ist auch, daß der Harn kleiner Kinder verhältnißmäßig weniger phosphorsaure Salze enthält, als reichliche Mengen von schwefelsauren Salzen, was mit H. Nasse's Erfahrung übereinstimmt, daß die Allantoisflüssigkeit fast nur Sulphate und Chloride, aber fast gar keine Phosphate enthält.

Der Kochsalzgehalt ist selbst bei einer und derselben Person höchst veränderlich; man findet im Urin völlig gesunder Personen oft nur Spuren von Kochsalz, während ein ander Mal sehr erhebliche Mengen darin vorkommen. Dies hängt offenbar von den verschiedenen Speisen und Getränken ab.

Die bloße Vergleichung der hier mitgetheilten Zahlen zeigt, wie höchst verschieden die Quantitäten und Verhältnisse der Harnbestandtheile bei verschiedenen Personen gefunden werden, und es ergiebt sich daraus, wie vorsichtig man bei der Beurtheilung der Natur eines Harns und der daraus zu ziehenden Folgerungen sein muß, sobald nur wenige Untersuchungen vorliegen.

Lecanu verdanken wir übrigens insbesondere die Aufklärung über den Einfluß, welche das verschiedene Lebensalter auf die Constitution und die Mengenverhältnisse des Harns äußert. Im Allgemeinen ersehen wir nämlich aus seinen Untersuchungen, daß Männer im Blüthenalter, wo die mtoffmetamorphose am regsten ist, die größte Menge fester Bestandtheile Sit dem Harn ausscheiden, etwas weniger dagegen Frauen, und noch weniger Kinder und Greise.

Daß die äußeren Verhältnisse auf die quantitative Zusammensetzung des Harns einen verschiedenen Einfluß äußern, geht schon aus dem Obigen hervor; ich habe mich bemüht, die Einwirkung einiger solcher Verhältnisse auf die Constitution durch mehrfache Untersuchungen näher zu erforschen. Auch diese Untersuchungen habe ich meist auf meine eigene Person beschränkt.

Nach bedeutenderen körperlichen Anstrengungen fand ich den Harnstoff, die Milchsäure, die phosphorsauren und schwefelsauren Salze proportional vermehrt, die Harnsäure dagegen und die Extractivstoffe vermindert. Ich habe sechsmal den in 24 Stunden gelassenen Harn bei Fußtouren und anderen fast den ganzen Tag fortgesetzten Anstrengungen untersucht, und für die tägliche Entleerung folgende Mittelzahlen gefunden:

Harn	991,600
Feste Bestandtheile	82,594
Ha nstoff	45,314
Harnsäure	0,642
Milchsäure	3,104
Extractivstoffe	8,455
Phosphorsaure Alkalien . . .	4,598
Schwefelsaure Alkalien . . .	15,047
Phosphorsaure Erden	1,105

Fz. Simon hat eine ganz ähnliche Beobachtung gemacht.

Der früh **Morgens** nach dem Schlafen gelassene Harn, urina sanguinis, ist bekanntlich von größerer Dichtigkeit, dunklerer Färbung und etwas stärker saurer Reaction, als der den Tag über gelassene Harn. Die Quantitäten des Morgenharns sind verschieden, je nachdem vor dem Schlafengehen mehr oder weniger Getränk genommen worden ist. Abgesehen von der verhältnißmäßig geringern Menge Wasser, die er enthält, habe ich in dem Verhältniß seiner Bestandtheile unter einander keine Differenzen auffinden können. Die Nahrungsmittel sind nicht ganz ohne Einfluß auf die Constitution des Morgenharns; wenigstens fand ich ihn bei animalischer Kost im Verhältniß ebenfalls concentrirter, als den Tagesurin; selbst wenn man nur einen Tag hindurch reine Animalien genossen hat, läßt sich aus dem Harn des darauf folgenden Morgens der Harnstoff ohne Weiteres durch Salpetersäure fällen.

Man hat früher auch einen Urin der **Verdauung**, urina chyli, unterschieden, und darauf besondern Werth gelegt; er ist bei Denjenigen, die bei und nach dem Essen nicht viel trinken, etwas schwerer und tingirter, als der den Tag über gelassene Harn, aber leichter und weniger gefärbt, als der Morgenharn.

Daß der Urin im Verhältniß zur Vermehrung der **aufgenommenen Flüssigkeiten** zunimmt und dabei specifisch leichter wird, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Eine nicht unwichtige Frage ist aber, ob mit dem vermehrten Wasserabgange durch die Nieren auch mehr feste Bestandtheile mit fortgerissen werden. **Lecanu** hat diese Frage verneinend beantwortet. Einige von mir gemachte Beobachtungen schienen darauf hinzudeuten, daß nach dem Trinken sehr vielen Wassers allerdings zugleich auch mehr feste Bestandtheile durch den Urin abgeschieden würden. Da ich jedoch gewöhnlich dann sehr viel kaltes Wasser zu mir nahm, wenn ich, wie nicht selten, an Congestionen nach der Brust litt, so legte ich keinen besondern Werth auf die verhältnißmäßig geringe Vermehrung der festen Bestandtheile im Harn. **Becquerel's** Versuche deuten aber mit ziemlicher Bestimmtheit auf eine solche Vermehrung der festen Bestandtheile hin; er selbst entleerte nämlich im Mittel von 4 Beobachtungen täglich 33,853 Grm. Harnsubstanzen; trank er unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen ein Litre Wasser mehr, so entleerte er 37,209 Grm., trank er 2 Litre Wasser mehr, so entleerte er sogar 43,876 Grm. fester Bestandtheile. Diese sehr auffallende Zunahme der festen Harnbestandtheile nach Vermehrung des Getränkes will er auch an einer andern Person beobachtet haben. **Becquerel** ist gar nicht abgeneigt, die Wirkung der diuretischen Mittel von dieser Thatsache abzuleiten, da man bekanntlich diese sowohl als auch die meisten anderen Arzneimittel in Frankreich in einer großen Menge wässerigen Vehikels meist als Tisane gebrauchen läßt; allein in Deutschland, wo die Arzneimittel nur theelöffel- und eßlöffelweise genommen werden, wirken die Diuretica doch auch, wenigstens manchmal.

So wie vermehrtes Trinken eine Zunahme des Wassers im Urin bedingt, so ist es auch eine bekannte Erfahrung, daß nach einem **Bade** in Folge der Absorption von Wasser durch die Haut ein weit verdünnterer, wässeriger Urin gelassen wird.

Fourcroy, **Marcet** und **Schultens** haben behauptet, daß nach anhaltendem **Schwitzen**, und daher besonders in **südlichen Gegenden** und im **Sommer** der Harn weniger Harnsäure enthalte, und daß unter den entgegengesetzten Verhältnissen und namentlich bei durch Luftfeuchtigkeit gehinderter Transspiration die Harnsäure im Urin vermindert gefunden werde. Meine in früherer Zeit und auch im letzten heißen Sommer angestellten Beobachtungen haben mich weder eine Zunahme noch Abnahme eines

der Harnbestandtheile wahrnehmen lassen. Beim Schwitzen in Krankheiten treten freilich ganz andere Verhältnisse ein.

Schwerverdauliche und stark gewürzte Speisen vermehren den Harnsäuregehalt des Urins; Becquerel hat oft auch beobachtet, daß bei Convalescenten, die, vorher karg genährt, mit einem Male zu ihrer gewöhnlichen Kost zurückkehren, der Harn auf einige Zeit reicher an Harnsäure wird. Wie Becquerel, habe auch ich hauptsächlich nach dem Genusse spirituöser, reizender Getränke eine Vermehrung der Harnsäure im Urin gefunden. Während im normalen Zustande des Harns das Verhältniß der Harnsäure zum Harnstoff = 1:28 bis 30 ist, fand ich nach Debauchen angeführter Art dieses Verhältniß = 1:26 bis 23. Sehr bald nach dem Genusse bedingen übrigens die geistigen Getränke zunächst eine vermehrte Wasserausscheidung durch den Harn.

Trotz des großen Einflusses der Nahrungsmittel auf die Constitution des Harns, findet man selbst nach langem Fasten noch Harnstoff und andere stickstoffhaltige Materien im Harn. Lassaigne fand im Harne eines Verrückten, der 14 Tage hindurch keine Nahrungsmittel zu sich genommen hatte, noch Harnstoff. Nach dreitägiger, azotloser Kost fand ich im Morgenharn des vierten Tags noch 1,108 grm. Harnstoff neben viel milchsaurem Ammoniak. Becquerel fand, daß der Urin unbedeutend Erkrankter, die er hatte hungern lassen, in 24 Stunden nur 14 grm. fester Bestandtheile enthielt.

Der Urin in der Schwangerschaft hat in neuerer Zeit durch Nauche's Entdeckung des Kiesteins die Aufmerksamkeit der Physiologen und Aerzte in hohem Grade erregt. Eine unzählige Menge von Untersuchungen sind darüber bekannt geworden. Ich theile hier die wichtigsten Thatsachen mit, die ich nach eigenen Untersuchungen bestätigen kann. Der Harn Schwangerer zeigt vorzüglich im zweiten und dritten, weniger im vierten bis siebenten Monate, gar nicht im ersten, achten und neunten ein ganz eigenthümliches Verhalten. Läßt man nämlich solchen Harn stehen, so bildet sich nach spätestens 24 Stunden ein weißes, lockeres, halb schwebendes Sediment; hat dieses einige Stunden gestanden, so lockert es sich auf, kleine rundliche Theile steigen allmälig in die Höhe, und bilden auf der Oberfläche eine etwa liniendicke Haut, welche unter dem Mikroskop aus kleinen Kügelchen, Flocken und Fäden zusammengesetzt erscheint; ein Theil dieser Masse sinkt später wieder zu Boden und bildet dort ein weißgraues Sediment, ein anderer Theil legt sich an das Glas an, und bildet dort einen membranösen Ueberzug. Immer scheint dieses Kiestein nicht im Harne vorzukommen. Es besteht aus einer Proteinverbindung, etwas Fett und phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak. Weder die zur Bildung jener Haut nöthige Zeit, noch die Art und Weise der Entstehung selbst, noch das äußere Ansehn des Häutchens, noch endlich der Käsegeruch (alles Punkte, die von einzelnen Beobachtern sehr hervorgehoben worden sind) zeigen sich constant.

Der Harn Schwangerer unterscheidet sich im Uebrigen allerdings von dem gewöhnlichen Frauenharn. Becquerel fand das specifische Gewicht desselben nie über 1,011. Nach Lubanski soll der Harn während der Schwangerschaft weniger freie Säure enthalten, häufig neutral und selbst alkalisch sein; meinen Untersuchungen nach enthält er, frisch gelassen, ebenso viel freie Säure, wie gewöhnlicher Harn, alkalescirt aber leichter. Donné hat weniger phosphorsauren Kalk im Urin Schwangerer gefunden; ja Manche haben behauptet, daß er ganz fehle; letzterem muß ich jedoch bestimmtest widersprechen; ich fand stets phosphorsauren Kalk, allerdings in geringerer

Menge: dagegen erhielt ich aus den feuerfesten Salzen solchen Harns stets weit mehr phosphorsaure Talkerde, als im normalen Harn; insbesondere fand ich dies im Urin während der letzten Schwangerschaftsmonate, während welcher übrigens der Urin auch stets verdünnter und blasser ist. Das freie Fett, welches man häufig in Form von Bläschen mit Hülfe des Mikroskops im Harne Schwangerer findet, rührt wohl größtentheils vom Schweiße der Genitalien her.

Nach der Niederkunft während des Wochenbettes habe ich den Harn normal gefunden. Der Harn einer nicht stillenden Wöchnerin lieferte mir in den ersten 8 Tagen nach der Niederkunft soviel Buttersäure, daß dieses Fett nicht füglich vom Schweiße der Genitalien hergeleitet werden konnte.

Harn der Thiere.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich nur wenig von dem des Menschen; er ist frisch gelassen klar, sehr lichtgelb, von unangenehmem Geruch, widerlichem, bitterm Geschmack und saurer Reaction; er wird aber sehr bald alkalisch. Vauquelin, Gmelin, Hünefeld und besonders Hieronymi haben den Harn von Löwen, Tigern, Leoparden, Panthern, Hyänen, Hunden, Wölfen und Bären untersucht. Harnstoff ist in großer Menge darin enthalten, und läßt sich, da dieser Harn nur wenig Pigment enthält, sehr rein ausscheiden; Harnsäure kommt nur in sehr geringen Mengen darin vor.

Sehr verschieden vom Harn der fleischfressenden Thiere und des Menschen ist der der Herbivoren; man hat denselben vom Elephanten, Nashorn, Kameel, Pferde, Rinde, Biber, Kaninchen und Meerschweinchen untersucht; er ist meist gelblich, sehr trüb, von üblem Geruche, stets alkalisch; er enthält zwar oft viel Harnstoff, wie der der Carnivoren, unterscheidet sich jedoch von diesem durch einen beträchtlichen Gehalt an kohlensauren Alkalien und Erden, an Hippursäure, an einer fettigen und einer riechenden Materie, endlich durch den gänzlichen Mangel an Harnsäure und durch die höchst geringen Mengen phosphorsaurer Salze. Zuweilen findet man im Pferdeharn anstatt der Hippursäure Benzoesäure; ein Pferd, welches ich 16 Stunden hatte hungern lassen, schied Benzoesäure durch den Harn aus, während dieser vor dem Versuche Hippursäure enthielt. Von 3 Pferden, die ich 3 Tage lang mit Stärkemehl gefüttert hatte, schieden zwei noch Hippursäure und nur eins Benzoesäure durch den Harn aus. Pferde, die ich mit Heu und Stroh, so wie andere, die ich mit Hafer und Stroh hatte füttern lassen, excernirten Harnbenzoesäure, ebenso eins, das ich nur mit Stroh gefüttert hatte. Pferde, die sehr angestrengt, aber dabei gut gefüttert worden waren, gaben bald Benzoesäure, bald Hippursäure aus. Von 30 kranken Pferden, deren Harn mir zum Theil Prof. Prinz in Dresden zu untersuchen gestattete, schied nur ein einziges, welches, wie mehre andere, an Typhus icterodes litt, Benzoesäure mit dem Harn aus, alle übrigen aber die gewöhnliche Harnbenzoesäure. Die eigentlichen Bedingungen für die Bildung der einen oder der andern Säure sind demnach noch keineswegs eruirt. In Betreff des Pferdeharns muß ich noch hinzufügen, daß kohlensaures Kali und kohlensaurer Kalk sich in demselben gegenseitig zu ersetzen scheinen; meistens fand ich, daß ein von kohlensaurem Kalk sehr getrübter Harn wenig kohlensaure Alkalien, oft nur schwach alkalische Reaction zeigte, während ein mehr lichter Harn in der Regel sehr reich an kohlensaurem Kali war.

Der Harn der Vögel besteht größtentheils aus saurem harnsauren Ammoniak mit etwas schwefelsaurem Alkali. Coindet will in dem Harn der fleischfressenden Vögel auch Harnstoff gefunden haben.

Der Harn der Schlangen ist anfangs breiartig, wird aber bald fest und trocken; er besteht größtentheils aus sauren harnsauren Alkalien und phosphorsaurem Kalk. Cap und Henry glauben auch Harnstoff, an Harnsäure gebunden, darin entdeckt zu haben.

Der Harn der Frösche ist flüssig, enthält Harnstoff, Kochsalz und etwas phosphorsauren Kalk.

Im Harn einer Schildkröte (Testudo nigra) fand Magnus viel Harnsäure und sehr wenig Harnstoff.

Harn in Krankheiten.

Der Harn in den verschiedenen Krankheiten ist bereits so vielfältig untersucht worden, daß man in der That glauben sollte, dieser Gegenstand müßte nun ziemlich vollständig erörtert sein; bekannt sind die zahlreichen und vortrefflichen Untersuchungen Rayer's, Martin Salon's, Becquerel's, Simon's und Anderer: allein leider sind auch hier die Naturforscher zum Theil an derselben Klippe gescheitert, an der die ärztliche Forschung so häufig zu Grunde geht. Nur selten glückt es, ganz gleich verlaufende Fälle einer und derselben Krankheit genau zu beobachten; Constitution, Alter, die geringsten Complicationen und tausend andere Verhältnisse bringen in einzelnen Symptomen oft die größten Verschiedenheiten hervor; um so stärker müssen solche Unterschiede und Schwankungen bei einer an sich schon so variablen Excretion vorkommen, wie der Urin ist. Es fehlt mit einem Worte unseren Kenntnissen, sobald sie namentlich solchen krankhaften Harn betreffen, in dem nur das Verhältniß der gewöhnlichen Bestandtheile ein verschiedenes ist, immer noch sehr an der mathematischen Schärfe der Bestimmungen, deren wir uns auch bei physiologischen und pathologischen Forschungen nicht ganz entschlagen dürfen. Es ist uns hier nur gestattet, das möglichst kurz zusammenzufassen, was uns durch die bisherigen, äußerst mühsamen Arbeiten über die Constitution des Harns in den wichtigsten Krankheiten und bei den distinguirtesten Krankheitsprocessen bekannt geworden ist.

Unter den organischen Processen, in welchen der Harn keine fremdartigen Bestandtheile, sondern nur die normalen in veränderten Verhältnissen enthält, steht das Fieber oben an, das Fieber, welches nichts weiter als die physiologische Reaction ist, die sich hauptsächlich im Gefäßsystem in Folge des krankhaften Ergriffenseins eines Organs oder Systems des thierischen Körpers zu erkennen giebt, jenes Fieber, das man bald sthenisch, bald synochal, bald inflammatorisch, bald anders genannt hat. Der Fieberharn ist meist von tingirterer Farbe, gewöhnlich röthlich oder rothbraun, von etwas stärkerem Geruche, specifisch schwerer und reagirt stark sauer. Während des Fiebers wird überhaupt weniger Urin durch die Nieren entleert; der Harn erscheint concentrirter, insofern die Abnahme des Wassers im Fieberurin relativ weit bedeutender ist, als die Abnahme der festen Harnbestandtheile.

Die constantesten Zeichen solchen Harns sind die relative und absolute Abnahme der anorganischen Salze und die leichter erkennbare Zunahme der Harnsäure oder harnsauren Salze. Die Salzverminderung, die auch Becquerel und Simon stets gefunden haben, betrifft meinen Beobachtungen nach hauptsächlich die phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien, nach Si-

mon aber das überhaupt sehr schwankende Kochsalz. Die Harnsäure scheidet sich aus dem Fieberurin unter verschiedenen Formen und in verschiedenen Verbindungen aus, ohne daß diese direct mit dem Verlaufe der Krankheit zusammenzuhängen scheinen, oder ohne daß wir wenigstens die dabei obwaltenden Verhältnisse kennen. Am gewöhnlichsten scheidet sich die Harnsäure als harnsaures Ammoniak aus, und bleibt bald lange suspendirt, urina jumentósa, bald bildet sie einen lockern, voluminösen Bodensatz, bald ein festeres, erdiges Pulver; dem harnsauren Ammoniak ist gewöhnlich harnsaures Natron und etwas harnsaurer Kalk beigemengt. Seltener scheidet sich aus Fieberharn freie, krystallinische Harnsäure in Form von Flimmerchen aus, die man schon mit bloßem Auge in hellem Lichte erkennen kann. Der Fieberharn enthält aber stets mehr Harnsäure, wenn er auch nicht sedimentirt. Die Harnstoffmenge ist im Fieberharn bald vermehrt, bald vermindert, bald normal. Becquerel hat häufiger eine Verminderung, Simon häufiger eine Vermehrung des Harnstoffs gefunden. Die extractiven Materien sind in der Regel etwas vermehrt. Eiweiß findet sich nur ausnahmsweise im Fieberharn.

Becquerel stellt die kritische Bedeutung der Harnsedimente in Fiebern gänzlich in Abrede; und es läßt sich nicht leugnen, daß nach Fiebern mit sedimentirendem Harn ebenso gut der Tod, als nach Fiebern ohne sedimentirenden Harn Genesung erfolgen kann und oft erfolgt; allein noch ist damit die Lehre von den Harnkrisen nicht vollkommen gestürzt, denn nur zu viele, zum Theil für uns jetzt noch gar nicht erkennbare Momente sind zu berücksichtigen bei genauer Beurtheilung eines solchen Krankheitsprocesses. Ziehen wir auch, um die Harnmischung vom richtigen Gesichtspunkte aus zu betrachten, die gleichzeitige Mischung des Bluts, die Reaction im Gefäßsysteme überhaupt, die Diät, das Leiden des speciellen Organs und dergl. mehr in gehörige Erwägung: so bleibt uns doch noch Vieles zu erfahren übrig; wissen wir doch nicht einmal genau, was eigentlich die Bildung der Sedimente im Fieberharn veranlaßt; es kommen Fälle vor, wo ein harnsäurereicherer Harn kein Sediment liefert, während ein anderer an Harnsäure ärmerer dieselbe sehr bald abscheidet. Duvernoy leitet die Präcipitation der Harnsäure von der Zersetzung des farbigen Extractivstoffs her, Scherer von der Bildung von Milchsäure aus dem Extractivstoffe; an einem andern Orte werde ich zeigen, daß beide Ansichten nicht zur Erklärung aller Fiebersedimente ausreichen.

Ebenso wenig, als wir über die Sedimentbildung und deren kritischen Werth aufgeklärt sind, können wir uns noch über das übrige Verhalten des Fieberharns genügende Rechenschaft geben. Die in demselben von Becquerel beobachtete Verminderung des Harnstoffs könnte man von der antiphlogistischen Diät herleiten, die von Simon gefundene Vermehrung desselben Stoffs von einer ein intensiveres Fieber begleitenden Consumtion der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Bluts; allein meine Beobachtungen stehen nicht mit dieser Conjectur im Einklang. Eine wahrscheinlichere Hypothese wäre für die Verminderung des Harnstoffs in manchem Fieberharn, daß bei der großen Menge im Blute versirender und umzuwandelnder Stoffe die Oxydation derselben nur bis zur Bildung von Harnsäure, nicht aber zur vollständigen Umwandlung in Harnstoff gelange, daß aber bei absoluter Vermehrung des Harnstoffs im Harne die Umwandlung der unbrauchbar gewordenen Theile des Bluts bis zur reichlichern Bildung von Harnstoff gediehen sei. Meine in dieser Hinsicht angestellten Beobachtungen bestätigen die letztere Conjectur in hohem Grade; daher findet man auch, wie fast allgemein beobachtet worden ist, daß im Typhus, wo das Blut mit einer großen Masse in Zersetzung begriffenen Mate-

rials angefüllt ist, der Harn fast durchgehend sedimentirt oder sich wenigstens bei der Analyse harnsäurereich erweis't, aber Harnstoff in weit geringerer Menge enthält, als im normalen Zustande.

Auch die constant beobachtete Verminderung der Salze im Fieberharn leitet Becquerel lediglich von dem diätetischen Verhalten Fieberkranker ab. Auch hierin können wir Becquerel nicht vollkommen beistimmen; ist es nämlich wahr, daß die Salze im Blut die wichtigsten Vermittler des Stoffwechsels sind und daß ihre Menge in Entzündungen, wo sich doch das Fieber am intensivsten zeigt, außerordentlich vermindert ist, so kann ihre Verminderung im Harn wohl nicht allein dem Mangel an Nahrungsmitteln zur Last gelegt werden.

Die Milchsäure habe ich in dem meisten Fieberharn vermehrt gefunden, und zwar sowohl die freie, als die an Basen gebundene; häufig nimmt aber der Harn sehr bald, nachdem er gelassen worden ist, an freier Säure ab und wird selbst alkalisch. Ihr reichlicheres Vorkommen findet in der bei Fiebern überhaupt unvollkommener vor sich gehenden Oxydation der Blutbestandtheile seinen Grund [1]).

Die extractiven Materien findet man nur in denjenigen fieberhaften Krankheiten absolut vermehrt, in denen das Blut mit zersetzten und nicht genügend oxydirbaren Stoffen überaus imprägnirt ist; also hauptsächlich im Typhus, wo der Harn von mir stets sehr reich an solchen unverbrannten, kohlenstoffreichen Materien gefunden worden ist. Der Mangel des Bluts an Salzen, welche gewiß die Oxydirbarkeit seiner Bestandtheile erhöhen, mag den Uebergang solcher unverbrannter Materien in den Harn ebenso gut bedingen, als er wahrscheinlich den Durchgang des Albumins durch die Nieren im Typhus, so wie in mehren anderen fieberhaften Krankheiten, nicht selten veranlaßt.

Es kann hier nicht der Ort sein, ausführlich auf alle einzelnen Krankheitsprocesse einzugehen, in denen man die Constitution des Harns mehr oder weniger genau eruirt hat. Da wir schon in dem Obigen über Krankheiten, bei denen wir fremdartige Bestandtheile im Harn finden, einige Andeutungen gegeben haben, so beschränken wir uns hier nur noch auf einige Bemerkungen über Krankheiten, in denen nur die normalen Harnbestandtheile in veränderten Verhältnissen vorkommen. So hat Becquerel im Gegensatz zu dem Fieberharne einen anämischen Harn oder Harn aus Blutmangel unterschieden. Solcher Harn, der in vielen Schwächezuständen vorkommt, enthält weit weniger Harnstoff und Harnsäure, als der normale Harn; die Verminderung der Salze ist im Verhältniß zu der gewöhnlich excernirten Menge gering; im Verhältniß zu den organischen Stoffen sind sie demzufolge vermehrt; auch die extractiven Materien weichen wenig vom physiologischen Mittel ab. Ganz besonders beobachtet man solchen Harn nach oft wiederholten Aderläßen und in der Chlorose. Wir wissen, daß in beiden Zuständen das Blut oft seine normale Menge von Albumin, ja oft eine vermehrte Quantität Fibrin enthält, daß aber diese, wie vielleicht jede anders entstandene Anämie, insbesondere auf dem großen Mangel an Blutkörperchen beruht; dies deutet allerdings darauf hin, daß von den Blutkörperchen wenigstens einigermaßen die Bildung des Harnstoffs und der Harnsäure abhänge. In Krankheiten, denen sich der Blutmangel als Symptom zugesellt, finden wir auch gewöhnlich den Harn in angegebener Weise anämisch, wenn nicht gleichzeitig eine fieberhafte Aufregung stattfindet.

---

[1]) Man vergleiche Hoffmann's vortreffliches Schriftchen »über Protein«. Gießen 1842. S. 63.

In vielen Krankheiten, in welchen die Blutmetamorphose nicht gehörig von Statten geht, in denen nämlich das Blut mit unbrauchbaren Stoffen angefüllt ist, die durch den mit der Respiration aufgenommenen Sauerstoff nicht hinlänglich excernirbar gemacht werden[1]), zeigt sich im Harn entweder eine Vermehrung von Harnsäure, oder von Milchsäure oder von beiden Stoffen zugleich, während der Harnstoff relativ und absolut in Abnahme ist. Hierher gehören insbesondere Scrophulosis und Tuberculosis, Rhachitis, Gicht und Osteomalacie der Erwachsenen. So vielfach gerade diese Krankheiten auch studirt und erforscht worden sind, so wenig dürfen wir uns doch schmeicheln, ihr wahres Wesen oder ihren eigentlichen Heerd erkannt zu haben. So viel ist indessen gewiß, daß sich von chemischer Seite immer eine unvollkommene Oxydation oder Vorbereitung des unbrauchbaren Stoffs zur Ausscheidung zeigt. In den Scropheln, wo das Blut arm an Salzen ist, zeigt der Harn zwar gewöhnlich wenig Verschiedenheiten von dem normalen; wir ersehen aber einestheils die unvollkommene Verwesung der Proteinverbindungen aus dem Reichthum scrophulösen Bluts an Fibrin; denn daß dieses sich aus dem Albumin durch einen Oxydationsproceß bildet, ist mehr als wahrscheinlich; anderntheils finden wir aber im Harn häufig Vermehrung der freien und gebundenen Milchsäure, ein Zeichen, daß die große Menge Milchsäure, die im thierischen Körper erzeugt wird, in diesem Falle nur sehr unvollständig zu Wasser und Kohlensäure verbrannt wird: ja wir finden häufig im Urin Scrophulöser Oxalsäure, die noch mehr darauf hinweis't, wie wenig es der Natur gelungen ist, selbst diese Oxydationsstufe des Kohlenstoffs noch vollkommen in Kohlensäure umzuwandeln. Im Ganzen erstreckt sich aber bei der Scrophulosis und Tuberculosis die unvollkommene Oxydation mehr auf die stickstoffhaltigen Blutbestandtheile, als auf die Harnconstitution; daher namentlich in der Tuberculosis die Zusammensetzung des Harns mehr von dem gleichzeitigen Fieber, der Hämoptoe u. s. w. abhängt. In der Arthritis geht die Oxydation des stickstoffhaltigen Materials schon etwas weiter; es bilden sich hier große Mengen Harnsäure, die selbst die Nieren nicht genügend auszuscheiden im Stande sind; daher entstehen hier nicht, wie in der Scrophulosis und Tuberculosis, Ablagerungen von Protein oder proteinähnlichen Massen, sondern die bekannten Concremente, aus harnsaurem Natron und harnsaurem Kalk bestehend. Während in der Gicht die Milchsäure nur wenig, die Harnsäure ober desto erheblicher vermehrt ist, findet man in der Rhachitis das umgekehrte Verhältniß. Rhachitische Kinder entleeren einen an Milchsäure außerordentlich reichen und oft auch oxalsäurehaltigen Harn, der oft viermal mehr phosphorsauren Kalk, als normaler Kinderharn, mit sich führt; die Harnsäure ist hier nicht absolut vermehrt, wohl aber im Verhältniß zum Harnstoff, dessen Menge ich im Harn rhachitischer Kinder constant vermindert gefunden habe. Mag nun das Wesen der Rhachitis auf einer vermehrten Milchsäurebildung in den ersten Wegen beruhen oder nicht, so ist doch so viel gewiß, daß bei der Metamorphose im Blut diese Milchsäure nur höchst unvollständig verbrannt und der geringste Theil des stickstoffhaltigen Materials in Harnstoff verwandelt wird. In der im Ganzen noch wenig gekannten und oft mit der Rhachitis verwechselten Osteomalacie der Erwachsenen (Verödung des Knochengewebes), die gewöhnlich mit allen pathologischen Erscheinungen der Arthritis verläuft, finde ich meinen, allerdings nur geringen Untersuchungen nach, daß im Harn eine bedeutende absolute und relative Vermehrung der Harnsäure sowohl wie der Milchsäure beobachtet wird. Während die Rhachitis sich mehr auf die

---

1) Man vergl. mein Lehrb. der. phys. Chemie. Bd. I. S. 100 ff.

unvollkommene Verwandlung der azotlosen Substanzen bezieht, die Arthritis aber mehr auf die der stickstoffhaltigen, so vereinigt die Osteomalacie beides in sich. Dies sehen wir recht deutlich auch an der Constitution der Knochen in diesen Krankheiten: in der Rhachitis löſ't die Milchsäure den phosphorsauren Kalk der Knochen auf, die Knochen werden biegsam, die Knorpelsubstanz bleibt ziemlich unversehrt; in der Osteomalacie dagegen ist auch der organische Theil der Knochen zum Theil resorbirt, wenn sie auch immer etwas überwiegend über die Knochenerde bleibt; denn das ganze Gewebe ist äußerst porös oder rarificirt. In der Gicht führt die wenig überwiegende Milchsäure verhältnißmäßig wenig Knochenerde mit fort, daher sind arthritische Knochen zwar ärmer an Erden, allein zwischen Knorpelmaterie und Knochenerde ist nicht eine so bedeutende Differenz, wie bei Rhachitis und Osteomalacie.

C. G. Lehmann.

Haut *)

*) Die Vollendung dieses Artikels wurde durch dringende Geschäfte des Herrn Bearbeiters, Medicinalrath und Professor Dr. Krause zu Hannover, verzögert, und es erschien deßhalb wünschenswerth, um das möglichst schnelle Erscheinen dieser Lieferung nicht zu behindern, denselben nach dem Artikel **Herz** folgen zu lassen, um so mehr, als eine ängstliche alphabetische Reihefolge nicht im Plane des Wörterbuchs liegt. Vollständige Register werden überdies jede kleine Abweichung der Art ausgleichen.
Anm. d. Red.

Herz.

Die Erscheinungen der Herzthätigkeit bei unverletztem Thorax.

Das Herz ist das einzige Organ, von welchem wir auffallende Zeichen seiner Thätigkeit erhalten. Es schlägt in sehr regelmäßigen Intervallen an die Brustwand, ein Phänomen, welches man mit dem Namen des Herzstoßes, des Impulses oder des Choc bezeichnet, und man hört in der Zeit zwischen zwei Impulsen zwei auf einander folgende Geräusche, welche Skoda sehr passend »Herztöne« genannt hat.

Das Herz schlägt beim Menschen auf der linken Seite etwas zur Seite des linken Sternalrandes in dem Zwischenraume zwischen der fünften und sechsten Rippe an. Bei mageren Individuen ist der Stoß stärker, bei fleischigen, fetten, weniger mit der aufgelegten Hand zu fühlen, und es mögen Fälle vorkommen, wenn die Fettansammlung bedeutend ist, wo durch das bloße Gefühl gar kein Stoß wahrnehmbar ist, obwohl wir selbst kein Beispiel beobachtet haben. Die Stärke unterliegt bei einem und demselben Individuum, selbst innerhalb der Grenze der Gesundheit, bedeutenden Modificationen. Bei anstrengender Bewegung, beim Laufen, Bergesteigen, und vorzugsweise in psychischer Aufregung ist der Impuls oft sehr stark. In diesen Fällen ist er auch über eine größere Strecke zu fühlen, ja manchmal wird dabei fast die ganze Brustwand gehoben, während unter normalen Verhältnissen der Impuls sich nicht über den bezeichneten Rippenzwischenraum erstreckt. Eine große Magerkeit gestattet mitunter den Herzstoß zu sehen, und dann sieht man in dem Momente, wo der Finger den Stoß empfindet oder den Puls der Arterie wahrnimmt, daß die Weichtheile zwischen der fünften und sechsten Rippe und selbst zwischen der vierten und fünften Rippe eingezogen werden.

Die Stöße erfolgen gleichzeitig mit dem Pulse der Arterien, wenigstens für die gewöhnliche Untersuchung, und so rasch hinter einander, daß beim Erwachsenen in der Minute der Impuls 70—80mal, bei Neugebornen 140—130mal, in den ersten Lebensjahren 120—100mal, in der Jugend 100—80mal gefühlt wird. Ziemlich allgemein gilt die Annahme, daß bei Greisen der Puls seltener wird, indessen von Hourmann und Dechambre wurde das Gegentheil behauptet, und eigene Erfahrung lehrte uns viele Greise kennen, bei welchen der Puls die Frequenz von 80 Schlägen beibehalten hatte. Es ist leicht möglich, daß die häufigen Respirationskrankheiten in so vorgerückten Jahren die Schuld der Häufigkeit des Herzschlages tragen. Beim weiblichen Geschlecht ist die Zahl der Herzschläge in der Minute etwas größer.

Die Geräusche oder Herztöne kennt man eigentlich erst seit Laennec, obwohl schon Harvey davon spricht, daß man den Herzschlag hören könne, ohne genauer auf die Sache einzugehen. Man hört diese Töne beim Auflegen des Ohres oder mittelst des Stethoscopes; bei psychischer Aufregung, oder Aufregung der Nerventhätigkeit, wie sie auf den Genuß von Wein, Thee, Gewürz u. s. w. folgt, kann man sie sehr häufig im Bette, auf der linken Seite

liegend, ohne alle weitere Hülfsmittel an sich selbst wahrnehmen. Das erste der Geräusche ist gleichzeitig mit dem Impulse, ist etwas lang gedehnt und läßt sich schwer beschreiben; es giebt einen ähnlichen Ton, wenn man mit den konisch gefalteten Fingern die Herzgegend percutirt. Das zweite ist nicht so dumpf und gedehnt wie das erste, sondern hell und kurz; und Laennec verglich es mit dem Tone, welcher das Wasserlecken der Hunde begleitet.

Die Herztöne sind so mit einander verbunden, daß auf den ersten unmittelbar der zweite folgt, und dann eine kurze Pause entsteht, bis mit dem erneuerten Anschlage des Herzens der erste Ton wieder vernommen wird. Man vergleicht die Töne mit dem Ticktack einer Taschenuhr; in der Ordnung, in welcher sie gehört werden, unterscheiden sie sich aber wesentlich davon. Am besten übt man sich in der Wahrnehmung derselben, wenn man den Puls der einen Hand bei dem Individuum fühlt, welches man auscultirt, und dann genau die Länge der einzelnen Geräusche und der Pause bestimmt. Denkt man sich die Zeit zwischen zwei Pulsschlägen in 4 Theile getheilt, so würde in den meisten Fällen der erste Ton die Hälfte der Zeit einnehmen und der zweite mit der Pause die andere Hälfte. Eine genauere Bestimmung möchte sich schwerlich geben lassen, weil in der That Verschiedenheiten vorkommen bei verschiedenen Individuen und bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten.

Erscheinungen der Herzthätigkeit bei geöffnetem Thorax.

Bei den eben geschilderten Erscheinungen herrscht vollkommene Uebereinstimmung; bei denen, welche wir jetzt zu schildern beginnen, ist kaum ein einziger Punkt als ausgemacht zu betrachten. Diese Verwirrung rührt daher, daß Viele, ohne vielleicht jemals ein Herz bloß zu legen, über den Gegenstand geschrieben haben, und vorzugsweise ist vielen älteren Beobachtern dieser Vorwurf zu machen. Andere haben Vivisectionen gemacht, und gewiß treu beobachtet; allein theils sind die Versuche an großen Thieren angestellt, wo man die Erscheinungen nicht übersieht, theils hat man bei zu viel Thieren den Herzschlag gesehen und dadurch die Beobachtung verwirrt, wie denn die Experimente am Froschherzen der Physiologie dieses Organs in jeder Hinsicht hinderlich gewesen sind, theils hat man bei dem bloßgelegten Herzen nicht die richtige Zeit wahrgenommen, um die Erscheinung zu constatiren, und viele Irrthümer liegen an der Art der Operation. Eine ganz besondere Quelle falscher Ansichten ist aus den mitunter falsch verstandenen Ausdrücken »Systole und Diastole« entstanden. Sie werden von Galen gebraucht für »Zusammenziehung und Erweiterung« des Herzens, und in demselben Sinne wendet sie Harvey an. Spätere haben unter Erweiterung nicht den der Contraction entgegengesetzten Zustand verstanden, wie es von den beiden genannten Autoritäten geschieht, sondern »die Anfüllung des Herzens mit Blut«, und nun ist dem Worte »Diastole« ein anderer Begriff untergelegt. Daher kann es kommen, daß Beau in der neuesten Zeit behauptet, die Diastole der Ventrikel tritt erst mit der Systole der Vorhöfe ein, vorher ruhen die Ventrikel, aber sie sind leer. Wo die Ausdrücke von uns gebraucht werden, bezeichnet Systole den Contractionszustand der verschiedenen Abtheilungen des Herzens, und Diastole den Zustand der Ruhe, abgesehen von allen gleichzeitig erfolgenden Erscheinungen. Im Verlaufe der Untersuchungen wird sich zeigen, wie nothwendig die feste Begriffsbestimmung ist, da die Ansichten über das Verhalten des Bluts während der verschiedenen Zustände der Muskelfasern nicht ganz gleich sind.

Um Jedem die Mittel an die Hand zu geben, die Beobachtungen, welche wir mittheilen, mögen es eigene oder fremde sein, zu verificiren, mag das Verfahren, welches dabei beobachtet wurde, kurz erwähnt werden. Zu allen Versuchen wurden Kaninchen genommen, weil das Herz bei diesen Thieren nicht groß ist, und die Phänomene sich leicht übersehen lassen. Sie wurden getödtet durch Abstechen des verlängerten Markes, nachdem vorher die Luftröhre und der Kehlkopf bloßgelegt und vom Oesophagus getrennt war, damit unmittelbar eine einfache Zinnspritze in dieselbe nach der Verletzung der medulla oblongata eingeführt werden konnte. Mit der Spritze, welche an der Röhre eine seitliche Oeffnung hat, wird die Respiration künstlich unterhalten, und nun die Brust geöffnet. Eine halbe Stunde lang kann man mindestens den Herzschlag fast in normaler Frequenz unterhalten, und deßhalb hier sehr bequem prüfen und beobachten.

Man darf nun freilich nicht Alles auf einmal sehen wollen; sobald man die Reihenfolge der Bewegungen, die Abwechselung zwischen Contraction und Ruhe, die Formveränderung u. s. w. mit einem Blicke erfassen will, so wird man älteren Beobachtern beistimmen, daß die Herzthätigkeit so verwickelt und Vivisection so unzuverlässig sei, daß nur eine Sibylle den gewünschten Aufschluß geben könne. Wir geben die Erscheinungen hier wieder, wie wir sie an einer großen Anzahl von Herzen beobachtet haben, und bemerken, daß jede Erscheinung durch eine Reihe besonders und allein dazu bestimmter Versuche festgestellt wurde.

a) Rhythmus des Herzens.

Das Herz ist ein muskulöses Gebilde und als solches einem Wechsel zwischen Zusammenziehung und Erschlaffung unterworfen. Es fragt sich daher, in welcher Ordnung wechseln diese Zustände an den verschiedenen Höhlen des Organs, und in welcher Ordnung folgen sich die Zusammenziehung und Erschlaffung der einzelnen Abtheilungen am Herzen?

Die Ordnung, in welcher die Zustände der Contraction und Erschlaffung in den verschiedenen Herzhöhlen auf einander folgen, hat man den Herzrhythmus genannt, und damit haben sich sehr viele Schriftsteller beschäftigt. Einige Schriftsteller, wie Nicholls und Anton Hayne, haben behauptet, daß die Contraction im linken und rechten Herzen abwechsele und Piorry wiederholte diese Ansicht sogar in der neuesten Zeit, scheint sie jedoch wieder verlassen zu haben. Wer einmal ein bloßgelegtes Herz gesehen hat, muß für immer die feste Ueberzeugung gewinnen, daß die Vorhöfe sich gleichzeitig und die Ventrikel sich ebenfalls gleichzeitig zusammenziehen; nur über die Ordnung, in welcher die Contraction in den Vorhöfen mit der in den Ventrikeln abwechselt, kann die Meinung getheilt sein.

Die Schilderung, welche Haller von dem Rhythmus gab, war bis auf Laennec allgemein angenommen. Nach Haller contrahiren sich, während die Kammern das Blut in die Arterien treiben, die großen in den Vorhof einmündenden Venenstämme und füllen die Vorhöfe bis in die entlegensten Maschen der Herzohren an; darauf folgt die Contraction der Vorhöfe, während die Ventrikel erschlafft sind. Abwechselnd werden daher nach Haller die großen Venen und die Kammern, und die großen Arterien und die Vorkammern die Phänomene der Zusammenziehung und Erschlaffung bieten. Man kann nun die Erscheinungen bei den Arterien und Venen nicht mit denen des Herzens identificiren und Spätere haben auch daher bloß angenommen, daß die Zusammenziehung der Vorhöfe mit der Erschlaffung der Kammern, und die Zusammen-

ziehung der Kammern mit der Erschlaffung der Arterien zusammenfallen. Mag man immerhin diese Veränderung einführen und mag Haller eine große Anzahl der glänzendsten Auctoritäten für seine Darstellung mit dem bestechenden Prädicate »autoptae omnes« anführen, so ist die Ordnung der Erscheinungen doch eine ganz andere.

Ehe man die Folge in den einzelnen Erscheinungen an verschiedenen Höhlen kennen lernen will, muß man sich vor allen Dingen über die Dauer der Contraction und Erschlaffung in den einzelnen Höhlen genau unterrichten. In dieser Hinsicht ergeben nun die Versuche, daß in der Zeit zwischen zwei Pulsschlägen Contraction und Erschlaffung an den Vorhöfen so wechseln, daß die erste ein Drittel, selbst nur ein Viertel der Zeit einnimmt, während auf die Erschlaffung zwei Drittel oder drei Viertel kommen. An den Ventrikeln nehmen dagegen Contraction und Erschlaffung ungefähr gleiche Zeitmomente ein. Diese einfache, Jedem leicht zugängliche Beobachtung ergiebt also, daß die Contraction der Vorhöfe und Erschlaffung der Ventrikel nicht gleichzeitig erfolgen können, weil das erste Moment viel kürzer als das zweite sein muß. Die Erschlaffung der Vorhöfe und Contraction der Ventrikel können auch nicht völlig isochron sein; das erste Moment dauert länger.

Lancisi ist nun auch bereits den früheren Ansichten entgegengetreten, und schildert den Rhythmus ziemlich gleich mit den neueren Auctoritäten, indessen Turner[1]) gebührt hauptsächlich das Verdienst, die erste exacte Darstellung der Sachen gegeben zu haben. Hope, J. Müller, die verschiedenen Comité's der British Association und die größte Anzahl der neueren Physiologen und Pathologen haben die Wahrheit jener Darstellung anerkannt, wie wir sie auch hier geben.

Wenn man bei einem Kaninchen, welches auf die angegebene Weise behandelt wurde, den Finger auf die Carotis legt, und das Herz beobachtet: so findet man folgende Veränderungen innerhalb der Zeit zwischen zwei Pulsschlägen in folgender Ordnung, mögen nun 40 oder 200 Pulsschläge in der Minute gezählt werden. Gleich nach dem Anschlage der Arterie an den Finger sieht man am Herzen nicht die geringste Zuckung der Muskelfasern, sie verlaufen an den Vorhöfen, wie an den Ventrikeln, geradegestreckt. Nur umfänglicher wird das Herz und man sieht namentlich die Herzohren so zunehmen, daß sie über die Ursprünge der großen Arterie hervorragen. In dem Augenblicke, wo dieses geschieht, tritt die Contraction ein. Sie beginnt an den Vorhöfen und verbreitet sich außerordentlich schnell bis an den limbus cordis, und unmittelbar folgt ihr die Contraction in den Ventrikeln, welche länger andauert und bei welcher die Arterie wieder pulsirt. Es ist kein meßbares Zeitmoment zwischen der Contraction der Vorhöfe und Ventrikel, und die erstere geht der letztern nur als kurzer Vorschlag voraus.

Streng genommen hat Harvey die Folge der Bewegung wenigstens ebenso genau gesehen und beschrieben; in seiner unsterblichen Exercitatio de motu cordis et sanguinis. Rotterdam 1654. p. 38, heißt es: »Duo sunt eodem tempore motus, unus auricularum, alter ipsorum ventriculorum, qui simul non fiunt; sed praecedit motus auricularum et subsequitur cordis, ut motus ab auriculis incipere et in ventriculos progredi videatur.«

In der neuesten Zeit hat Cruveilhier an einem Kinde mit Ectopia

---

[1]) Edinburgh medico-chirurgical transactions. T. III.

cordis den Hergang auf gleiche Weise beobachtet[1]). Danach fällt also die Contraction der Vorhöfe in das Ende der Erschlaffung der Ventrikel, und die Contraction der letzteren nimmt den Anfang der Erschlaffung der Vorhöfe ein, ohne aber ebenso lange als diese zu dauern.

Viele haben gesucht die Zeit genauer zu bestimmen, welche die einzelnen Momente des Herzschlages einnehmen, allein es ist sehr verschieden und hat keinen weitern Nutzen, wie alle approximativen Bestimmungen.

Auf die geschilderte Weise nimmt man die Erscheinungen am Herzen eine lange Zeit bei Kaninchen wahr; je länger aber der Versuch dauert, desto mehr dehnt sich das Moment der Ruhe aus, welches unmittelbar nach Eröffnung der Brust so kurz ist, daß das Herz sich unaufhörlich zu bewegen scheint. Man läßt daher auch am zweckmäßigsten den Sturm von Bewegungen im Anfange vorübergehen, ehe man dieselbe genauer beobachtet, und lange dauert derselbe nie. Je mehr die Reizbarkeit abnimmt, desto unregelmäßiger werden die Bewegungen, und die gewöhnlichste Unregelmäßigkeit ist die, daß die Vorhöfe sich mehrmals zusammenziehen, ehe in den Ventrikeln Zusammenziehung erfolgt. Oft sieht man auf zwei, drei, selbst auf fünf Contractionen der Vorhöfe erst eine Contraction in den Ventrikeln erfolgen. Wie selten dieselbe aber auch eintritt, so folgt sie immer unmittelbar auf die Contraction der Vorhöfe. Endlich ziehen sich die Vorhöfe ohne die Ventrikel zusammen, und zuletzt zeigen sich nur noch Contractionen in dem rechten Vorhofe. Laennec will in krankhaften Verhältnissen mehre Contractionen der Vorhöfe auf eine Contraction der Ventrikel beobachtet haben, er führt an in seinem Traité de l'auscultation: »il arrive quelquefois, quoique très rarement, dans les palpitations, que chaque contraction des ventricules est suivie de plusieurs contractions successives des oreillettes, qui, réunies, n'occupent pas plus de temps, qu'une seule contraction ordinaire. J'ai compté quelquefois, dans ces sortes de palpitations deux pulsations des oreillettes pour une des ventricules, d'autres fois il y en a quatre; mais le plus souvent le nombre de ces contractions successives et correspondantes à une seule contraction des ventricules, est de trois.« Da hier nicht angegeben ist, auf welche Weise die Contraction der Vorhöfe bestimmt wurde, so hat die Behauptung keinen Werth, um so weniger, als Laennec nicht die exacteste Idee von dem Rhythmus des Herzens hatte. Es kann indessen etwas Aehnliches vorkommen, wie mich eine Beobachtung bei einem Hunde lehrte. Ein vier Wochen alter Hund wurde mir wegen einer Lähmung der hinteren Extremitäten zu Versuchen übergeben. Er wurde wie die Kaninchen behandelt, und als ich die Brust öffnete, zeigte sich immer nur eine Kammercontraction auf mehre Vorhofcontractionen und in dieser Weise schlug das Herz ziemlich lange. Als ich das Herz untersuchte, fand ich eine eigenthümliche Verwachsung eines Lappens der Mitralklappe mit den Sigmoidalklappen. An dem unverletzten Thiere war indessen keine abnorme Erscheinung zu beobachten.

Das sind die normalen und abnormen Erscheinungen, welche ich bei sehr zahlreichen Untersuchungen beobachtet habe, und ich bin vollkommen außer Stande anzugeben, auf welchem Umstande es beruhen mag, daß Pigeaux in seinem Traité des maladies du coeur angiebt, die Contraction der Vorhöfe

---

[1]) Die Fälle, wo Beobachtungen an menschlichen Herzen gemacht wurden, sind selten. Es gehört hierher der Fall von Harvey an dem Grafen von Montgomery, und ein Fall von Portal, den er in seiner Anatomie médicale I. p. 329 mit mehren anderen erwähnt. Bei Ectopie des Herzens haben der Spanier Martin Martinez (Observatio de corde. Matriti 1723) und Cruveilhier Beobachtungen mitgetheilt.

folge auf die Contraction der Ventrikel und dann trete Erschlaffung im ganzen Herzen auf. Wahrscheinlich hat der Verfasser nie ein lebendes Herz schlagen sehen; denn bei dem größten Sturme der Herzbewegungen kann man nicht auf diese Ansicht vom Rhythmus geführt werden.

b) Anfang und Richtung der Contraction.

Auch über diesen Punkt herrschen noch sehr verschiedene Meinungen, die sich alle auf Beobachtungen berufen.

An den Vorhöfen soll nach Haller die Contraction an der Auricula beginnen und wurmförmig über den ganzen Vorhof sich bis zum limbus cordis verbreiten. Die Angabe ist das Resultat, welches Beobachtungen am Herzen, wofern es in der gewöhnlichen Lage blieb, liefern. Eine ganz andere Ueberzeugung wird man aber gewinnen, wenn man das Herz etwas zur Seite legt, so daß man den ganzen Vorhof einer Herzhälfte, am besten der rechten, übersehen kann. In diesem Falle sieht man recht deutlich, mag die Contraction schneller oder langsamer vorübergehen, immer dieselbe an der Einmündungsstelle der Venen beginnen und von da aus sich gegen die Basis verbreiten. So gewiß die Beobachtung dieses Resultat immer gab, so scheint auch der Zweck der Contraction diesen Vorgang zu fördern; das Blut wird jedenfalls wirksamer durch Contractionen, welche sich von der Venenmündung der Vorhöfe an über das Gebilde verbreiten, in die Ventrikel gefördert, als durch Zusammenziehungen, die an der Auricula beginnen. Es ist zu bedauern, daß Munod und Cruveilhier auf diesen Punkt ihr Augenmerk nicht gerichtet haben.

Schwieriger ist die Aufgabe, den Anfangspunkt und die Richtung der Contractionen bei den Ventrikeln anzugeben. Die meisten folgen in der Darstellung entweder Haller oder Sennac. Der Erstere läßt die Contraction an der Herzspitze und Basis zu gleicher Zeit beginnen, und von beiden Punkten sich in der Mitte des Kammerkörpers begegnen. Sennac läßt die Contraction an der Spitze entstehen, gegen die Basis vorschreiten und von der Basis zur Spitze wieder zurückkehren, so daß abwechselnd Basis und Spitze den sich contrahirenden Muskelfasern zur Stütze dienen. Arnold macht die Basis zum Ausgangspunkte, und das neueste Comité zur Erforschung der Herzgeräusche, von der British Association bestimmt, hegt dieselbe Meinung. Die Versuche scheinen mir in allen diesen Fällen an größeren Thieren gemacht zu sein, und bei diesen übersieht man nicht gehörig den ganzen Umfang des Herzens, und kann leicht getäuscht werden. Ich muß offen bekennen, daß ich bald dieser, bald jener Meinung anhing, bis ich die Vortheile der Versuche bei Kaninchen und jungen Hunden kennen lernte; die Stelle, welche man vorzugsweise bei großen Herzen fixirt, scheint der Punkt, wo die Contraction beginnt.

Bringt man in das Herz durch einen geöffneten Vorhof hindurch einen Finger: so fühlt man, daß die Contraction beim Beginn ganz allgemein ist, es wird der Finger im ostium venosum eingeschnürt, man fühlt die härter und kürzer werdenden Papillen und die Wandung drunter auf dem Finger mit einemmale. Die genannten Ansichten werden durch diesen Versuch wenigstens nicht bestätigt, und sie mögen überhaupt mehr theoretischen Betrachtungen als reiner Beobachtung entsprungen sein. Es zeigt sich in denselben das Streben, einen Punkt am Herzen zu finden, welcher den Muskelfasern bei ihrer Verkürzung zum Stützpunkte dienen könne. Diesen Punkt an der Basis zu suchen, wo ein knorpelartiger Ring die Muskelfasern der Ventrikel aufnimmt, ist natürlich, aber nichts desto weniger irrthümlich. Hohlmuskeln, wie dem Herzen, dem Darmkanal,

der Blase, dient das Contentum zur Stütze, gegen welches sie wirken, und wenn gleich dieses noch mehr für unsere Ansicht spricht, so beziehen wir uns doch nur auf das Resultat der Versuche, wenn wir behaupten, daß die Contraction nicht von einem Punkte ausgehe, sondern ganz allgemein von Anfang an sei.

Noch besser wird man sich davon überzeugen, wenn man die Frage: in welcher Richtung ziehen sich die Fasern zusammen, ganz von der trennt: wo beginnen die Contractionen. Ueber die Richtung der Contractionen hat Hope, so viel mir bekannt, zuerst ausführlicher und mit der ihm eigenthümlichen Schärfe der Beobachtung gesprochen. Er sagt: »Nach der großen Arterie hin ziehen sich die Fasern des Herzens während der Kammersystole zusammen,« und die Angabe ist vollkommen richtig.

Am Kaninchenherzen lassen sich die einschlagenden Beobachtungen leicht machen, und man thut wohl, sie zuerst zu der Zeit zu machen, wo das Herz langsamer schlägt; später und einmal darauf aufmerksam, macht man sie zu jeder Zeit auf gleiche Weise mit Erfolg. Man sieht aber, wie in der Systole die blitzschnelle Biegung der Muskelbündel gegen das ostium arteriosum hin verläuft, so daß es scheint, als mache die ganze Wandung des rechten Ventrikels eine Bewegung von rechts und unten nach links und oben, und wolle sich über den linken Ventrikel hinschieben. Am linken Ventrikel ist die Bewegung eine ganz andere; es verläuft die Biegung der Muskelbündel von links nach rechts, und es macht die Contraction hier den Totaleindruck, als wolle sich der linke Ventrikel in den rechten hineinbohren. Bei der Beobachtung selbst rathen wir die Raphe besonders im Auge zu behalten.

c) Farbenveränderungen des Herzens.

Während des Wechsels zwischen Bewegung und Ruhe kommen am Herzen auch Farbenveränderungen vor, welche zu kennen, von nicht unbedeutendem Interesse ist. Sehr auffallend sind sie am Fisch- und Amphibienherzen und auch da schon von Harvey beschrieben. In der Exercitatio de motu cordis. Rotterd. 1653, p. 28 heißt es: »Notandum insuper in piscibus et frigidioribus sanguineis animalibus, ut serpentibus, ranis etc. illo tempore, quo movetur cor, albidioris coloris esse; cum quiescit a motu, coloris sanguinei saturum cerni.« Bei Hühnerembryonen sind die Phänomene ebenso auffallend, so lange das Herz noch bloß liegt, und von Haller und Vielen bereits beobachtet. Sie sind kaum weniger auffallend bei den meisten neugeborenen Haussäugethieren, namentlich bei Hunden und Katzen; dagegen bei erwachsenen Thieren treten sie wenig hervor.

An jungen Hunden sieht man, während das Herz erschlafft daliegt, die Farbe vorzugsweise am rechten Ventrikel, weniger am linken, immer dunkler werden, und die Herzohren werden, je mehr sie sich füllen, so dunkel, wie venöses Blut selbst. Mit dem Eintritt der Zusammenziehung werden die Herzohren ganz blaß, der Vorhof dagegen nie, und wenn sich die Zusammenziehung auch über die Ventrikel verbreitet hat, so sind diese ebenfalls blaß, fast wie ausgewaschener Faserstoff. Der linke Ventrikel ist indessen nie so blaß, wie der rechte.

Am Herzen erwachsener Thiere sind es die Herzohren, welche die stärkste Veränderung erleiden, und die Entfärbung ist kaum schwächer, als bei jungen Thieren. In der Ruhe sieht man, wie das Blut dieselben ausdehnt, indem man von Stelle zu Stelle durch die dünne Wandung des Herzohres das Blut weiterrücken sieht. Am Vorhofe selbst habe ich nie eine Farbenveränderung

gesehen; an den Ventrikeln dagegen kommt in der Contraction eine geringe Entfärbung auch beim erwachsenen Thiere vor.

Man könnte die Ursache dieses Farbenwechsels in dem verschiedenen Mengenverhältnisse des Blutes in den Kranzgefäßen suchen, während sie wohl von den Meisten in dem Ein- und Ausströmen des Blutes in die verschiedenen Höhlen des Herzens gesucht wird. Die erste Meinung ist indessen wohl um deßwillen zu verwerfen, weil dann die Entfärbung und Färbung am linken Ventrikel am stärksten sein müßten, während sie es am rechten sind.

d) Formveränderungen des Herzens.

Kein Umstand hat wohl unter den Physiologen so viel Streit veranlaßt, als die Formveränderungen, welche die Systole und Diastole begleiten, und selten möchte ein Streit mit einer größern Animosität geführt worden sein.

Von Galen an nahm man an, das Herz werde in der Ruhe kürzer aber breiter, in der Bewegung länger und schmaler, und Vesal's Ausspruch war für diese Ansicht eine neue Stütze. Harvey trat Vesal entgegen, und schilderte die Sache nach seinen Versuchen an Thieren, wie sie sich wirklich verhält; allein alte Irrthümer sind sehr schwer auszurotten, und zwischen den Akademien zu Montpellier und Paris begann am Ende des 17ten und im Anfange des 18ten Jahrhunderts ein heißer Kampf. Die Herren von Montpellier vertheidigten die Verlängerung in der Systole, und namentlich glaubte Winslow die Anordnung der transversellen Muskelfasern mache eine Verkürzung unmöglich. Queye unterstützte diese Behauptung mit Beobachtungen am Schildkrötenherzen, die horribile dictu sogar durch's Mikroskop festgestellt sein sollten. Endlich siegten die Pariser, indem Bassuel zeigte, daß die venöse Klappe nicht geschlossen werden könnte, wenn man eine Verlängerung in der Systole annehmen wolle.

Schwerlich ist in der neuesten Zeit Jemand geneigt, den alten Streit wieder anzufachen, und die Meinung, daß in der Systole das Herz länger werde, dürfte wohl für immer beseitigt sein; indessen vollkommene Uebereinstimmung herrscht auch jetzt noch nicht. Es kommt nämlich, merkwürdig genug, die entgegengesetzte Meinung in der neuern Zeit vor; nämlich Einige nehmen an, das Herz werde bei der Zusammenziehung dicker, und namentlich können hier Baust und Arnold angeführt werden. Die Formveränderungen an den Vorhöfen sind so gut wie nicht beachtet.

In einer besondern Reihe von Versuchen beschäftigte ich mich mit den Veränderungen, welche die Vorhöfe erfahren. Am Ende der Systole haben die Vorhöfe einen geringern Umfang, doch erscheinen sie nicht kürzer, die auriculae bleiben klein, blaß und platt, und erst nach der Contraction der Ventrikel entwickeln sich die Vorhöfe mehr. Sie werden nach und nach umfänglicher und treten so hervor, daß der limbus cordis in einer tiefen Furche liegt. Es werden nun auch die auriculae mehr ausgedehnt und sichtbar, sie treten neben den Ursprüngen der großen Arterien hervor und zeigen jetzt die dunkelste Färbung. Zu gleicher Zeit schienen mir die großen Venenstämme sehr ausgedehnt und an der Stelle, wo sie sich in den Vorhof einmünden, zur Vergrößerung von dessen Höhle verwendet. Auf diesem Punkte der Ausdehnung tritt dann die Zusammenziehung der Vorhöfe ein.

Bei der Contraction werden die Vorhöfe nie entleert, sondern sie bleiben gefüllt und daher ist auch nur eine Umfangsabnahme wahrzunehmen. Gegenüberstehende Wandungen können mit ihren inneren Flächen nie in Berührung

kommen, wie man wohl hin und wieder annahm. Leicht überzeugt man sich von dem Gesagten, wenn man an einem sich lebhaft zusammenziehenden Herzen einen Einstich in den Vorhof macht und eine dünne Canüle einführt; es fließt in diesem Falle immer Blut aus und in einem stärkern und schnellern Strahle bei der Zusammenziehung, als in der Diastole.

Die Formen des arteriellen Herzens sind in der neuesten Zeit oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, und das Comité der British Association hat sich auch hiermit beschäftigt. Die neuesten Untersuchungen sind von Pennock und Moore, zwei amerikanischen Aerzten. Mit diesen stimmen die meinigen vollkommen überein. In der Systole wird das Herz in allen seinen Durchmessern kleiner, kürzer, weniger breit und weniger dick, und in der Diastole nimmt es in allen seinen Durchmessern zu, es wird länger, breiter und dicker, und Haller hat daher Recht, wenn er sagt: »Quando systolen descripsimus, una fere diastole dicta est, habet enim omnia systoles contraria.« Es stimmen auch die Beobachter bei Ectopia cordis hiermit überein, nämlich Cruveilhier, Munod und Martin Martinez; der Letztere sagt in seiner Observatio de corde: »Ulterius cordis vestigia persequens falsam autopsia comprobavi antiquorum opinionem asserentium cordis extrema in diastole propius inter se accedere, basimque ad mucronem, seu mucronem ad basim rapi: ipsemet enim in eminulo corculo vidi, totam ipsius peripheriam in diastole expandi, ita ut basis et mucro et latera a centro recederent; in systole contraria.« Zeugnisse, welche um so mehr Werth haben, da sie auf Beobachtung des menschlichen Herzens beruhen.

Durch Versuche ist das Gesagte ziemlich leicht zu erweisen, namentlich für die Veränderungen in der Diastole. Man darf nur einen Tasterzirkel, wenn das Herz etwas langsamer aber noch regelmäßig schlägt, um die Basis legen und man wird leicht finden, daß der Umfang zunimmt. Die zunehmende Länge läßt sich leicht an den Rippen nachweisen, man findet bei Kaninchen die Spitze des Herzens in der Diastole einen ganzen Rippenraum tiefer, als in der Systole. Man kann aber auch dadurch leicht die Frage erledigen, daß man eine Nadel an die Stelle steckt, wo die Spitze in der Diastole sich fand, in der Systole bleibt dann ein freier Raum zwischen der Herzspitze und der Nadel zurück.

Daß das Herz in der Systole nicht in der Breite anschwelle, ist nicht so leicht zu beweisen. Faetisch ist, daß Fäden, welche um die Ventrikel in der Nähe der Basis des Herzens gelegt sind, sehr angespannt werden beim Beginn der Systole. Am Ende der Systole sind sie dagegen sehr lose. Wenn daher behauptet wird, am Anfang der Systole ist das Herz breiter, als auf der Höhe der Diastole: so ist es richtig; aber im Verlaufe der Systole wird es weniger breit, weniger dick und lang. Es erklärt sich auch das Factum ganz gut. Am Anfang der Systole ist noch alles Blut im Ventrikel, wodurch in der Diastole die Ausdehnung bewirkt wurde. Bei der Contraction wird anfangs die Breite wachsen, weil die sich contrahirenden Muskelfasern die Wände des Herzens nothwendigerweise dicker machen. Es kann aber nur ein kaum meßbares Zeitmoment sein, wo eine Zunahme des Herzens in dem Breitedurchmesser während der Systole vorkommt, und es muß sehr schnell der entgegengesetzte Zustand, wegen der Entleerung der Ventrikel, eintreten. Die Annahme von Arnold ist daher nicht ganz grundlos, wenn gleich sie nicht richtig ist. Wie Harvey überall das Richtige sah und hervorhob, so auch hier, l. c. p. 29 heißt es: »Ex quibus observatis rationi consentaneum est, cor eo, quo movetur tempore, undique constringi, et secundum parietes incrassescere, secun-

dum ventriculos coarctari, et contentum sanguinem protrudere; quod ex quarta observatione satis patet, cum in ipsa tensione sua, propterea quod sanguinem in se prius contentum expresserit, albescat; etc. etc.«

Man kann zu einer ähnlichen Annahme verführt werden, vorausgesetzt, daß man sich nicht des einfachen von uns angegebenen Verfahrens bedient, um den Gegenstand zu prüfen. In der Contraction wird nämlich die Form des rechten Ventrikels sehr eigenthümlich. Es erscheint die äußere Wand in der Nähe des ostium venosum bauchartig hervorgetrieben, während sie mehr gegen die Spitze auf dem Septum aufzuliegen scheint. Während das Herz in der Diastole vollkommen der Figur 1. gleicht, hat es in der Systole die unter Figur 2. abgebildete Form. Diese Form hat wahrscheinlich Haller veranlaßt anzunehmen, in der Systole biege sich die Spitze hakenförmig um.

Fig. 1. Fig. 2.

e) Lageveränderungen des Herzens.

Am auffallendsten sind während der Thätigkeit des Herzens die unaufhörlichen Veränderungen, welche es in seiner Lage und Stellung erfährt. Die Spitze nähert sich nämlich oder trifft vielmehr beim Beginn der Systole die Brustwand, und wird in der Diastole davon entfernt, Bewegungen, welche man Hebelbewegungen nennen kann; es wird aber ferner das Herz in jedem seiner Zustände etwas um seine Axe gedreht, und die letzteren Bewegungen haben wir mit dem Namen der Rotationsbewegungen belegt.

Am bloßgelegten Herzen sind die Hebelbewegungen nicht immer vorhanden, doch lassen sie sich leicht sichtbar machen. Hat man den Herzbeutel weit geöffnet, so treten die Bewegungen sehr häufig nicht ein, es bleibt das Herz in der Systole und Diastole ruhig liegen. Daher mag es auch kommen, daß Viele diese Bewegungen bei ihren Versuchen nicht gesehen haben, oder sie wenigstens sehr unvollkommen beschreiben. So versichert Bouillaud, in drei Fällen gesehen zu haben, daß die Herzspitze beständig sich während der Systole nach vorn hob: während er in der Diastole keine Ortsbewegung irgend einer Art wahrgenommen haben will, was mindestens sehr unklar ausgedrückt scheint. Befremdet hat es mich aber immer, wenn man die Hebelbewegungen am ausgeschnittenen Herzen noch gesehen haben will. Bei Säugethieren schlägt das ausgeschnittene Herz sehr selten, und nur bei neugebornen Hunden oder Katzen einigemal regelmäßig, und wenn in der Systole die Spitze etwa in einem solchen Falle von der Unterlage entfernt wird: so hat dieses Phänomen mit den Hebelbewegungen durchaus nichts zu thun. Von Froschherzen weiß ich durch häufige Versuche, daß die Bewegungen der Spitze nach dem Ausschneiden nicht mit dem in Rede stehenden Phänomene verwechselt werden dürfen.

Wo die Bewegungen bei Kaninchen, wo die Respiration künstlich unterhalten wird, nicht vorhanden sind, hat man zu viel vom Herzbeutel weggenommen und die Oeffnung im Thorax zu weit gemacht. In diesen Fällen darf man nur die hintere Wand des Herzbeutels fassen und etwas hervorziehen, und man wird folgende Beobachtung leicht machen können.

In der Systole hebt sich das Herz in die Höhe, und oft ist die Bewegung sehr stark; der ganze conus arteriosus richtet sich gewissermaßen auf seinem Befestigungspunkte am Vorhofe auf, und da die Bewegung an der Spitze am

stärksten ist, so pflegt man dann gewöhnlich zu sagen, es richtet sich die Spitze auf.

In der Diastole senkt sich die Herzspitze, oder eigentlich richtiger der ganze conus arteriosus wird mehr gegen die Wirbelsäule angelegt, und die Spitze beschreibt hier auch nur den größten Bogen bei der Bewegung. Das ganze arterielle Herz, nicht bloß die Spitze, steigt also während der Systole auf, so daß die Spitze am unversehrten Thiere gegen die Brustwand stößt, und wird zurückgelegt gegen die Wirbelsäule in der Diastole. So hat diese Bewegungen auch Harvey am Grafen von Montgomery beobachtet. In der Exercitatio de generatione animalium LII. sagt er: »Simul cordis ipsius motum observavimus; nempe, illud in diastole introrsum subduci et retrahi, in systole vero, emergere denuo et protrudi, denique, cor tunc pectus ferire et prominulum esse, cum erigitur sursum et in se contrahitur.«

Von dem Aufrichten des Herzens in der Systole hängt das Anschlagen des Herzens an die Brustwand ab, und wo man es von anderen Ursachen abhängig gemacht hat, sind die Hebelbewegungen des Herzens übersehen worden, weil sie zu schwach waren, oder sie fehlten wirklich, weil durch die Operation selbst schon die Lage des Herzens zu abweichend von der normalen wurde. Daß Harvey dasselbe behauptete, ging aus den letzten Worten jener Stelle hervor; es ist aber auch der erste Satz in seiner Exercitatio de motu cordis et sanguinis. Daselbst findet sich: »In motu et eo, quo movetur tempore, tria prae ceteris animadvertenda:

I. quod erigatur cor et in mucronem se sursum elevet, sic ut illo tempore ferire pectus, et foris sentiri pulsatio possit.«

Die Coincidenz des Stoßes und des Hebens der Herzspitze ist auch jetzt wohl ziemlich allgemein anerkannt. Zu einer Zeit, wo die Auscultation zuerst bekannt wurde, ist häufig die Meinung vertheidigt worden, daß das Herz auf der Höhe der Diastole, oder geradezu, während der Contraction der Vorkammern, an die Brust anschlage. Corrigan, Stokes, Pigeaux, Burdach haben diese Meinung vertreten, Pigeaux ist noch jetzt der Ansicht, Corrigan und Stokes haben dagegen ihren Irrthum bekannt, und um so befremdender ist es, in der neuesten Zeit wieder von Beau die alte Behauptung aussprechen zu hören.

Der Irrthum beruht in der That auf Beobachtungen, die weder ungenau noch oberflächlich sind, wie sie Becker, der Uebersetzer von Hope, nennt. Burdach giebt an: »ich habe mich überzeugt, daß die Spitze des Herzens während der Systole der Venensäcke wirklich vorwärts rückt, und während der Systole der Arterienkammern sich zurückzieht.« Stokes bemerkte, wenn er den Finger an die Spitze des Herzens legte, daß diese bei jeder Systole der Arterienkammern zurücktrat, bei jeder Diastole derselben vorrückte. Bei einer Ziege betrug diese Bewegung bis zu drei Linien. Die Beobachtungen sind vollkommen genau, und haben die Beobachter Fälle vor sich gehabt, wo bloß die von uns früher beschriebenen Formveränderungen des Herzens zugegen waren, während die Hebelbewegungen fehlten. Es kommt die Sache noch täuschender vor. Wenn bloß die Vorhöfe sich noch zusammenziehen: so sieht man bei jeder Contraction derselben den Ventrikel weiter vorgeschoben werden. Ein anderer Umstand endlich macht es völlig unmöglich, daß man den Herzstoß und die Diastole mit einander combiniren kann. Bei der größten Anfüllung ist nämlich das Herz bei weitem nicht fest und gespannt genug, um beim Anschlagen an den Thorax einen fühlbaren Eindruck zu hinterlassen. Es kommen ja auch wirklich Fälle vor, wo das Herz in der Diastole an die Brustwand gedrängt

wird, wer dieselben aber wirklich kennt, wird nie auf die Idee kommen, daß der Herzstoß von dem schlaffen aber ausgedehnten Herzen herrühren könne.

Endlich haben Einige geglaubt, daß in der Diastole das Herz gegen die Brustwand schlagen müsse, weil in der Systole bei mageren Individuen die Zwischenrippenräume eingezogen werden, wie wir auch früher angeführt haben. Es werden hier indessen zwei Phänomene mit einander verwechselt. Der Herzbeutel nämlich ist an die Thoraxwandung mit Zellgewebe leicht angeheftet, und umschließt zu jeder Zeit das Herz vollkommen genau, wie alle ähnlichen Häute sich immer nach dem Volum des Organes richten, welches sie umhüllen. In der Systole nimmt das Herz in allen seinen Durchmessern ab, und der Herzbeutel zieht sich in dem Maße ebenfalls zusammen, und daher rühren jene eingezogenen Stellen. Während man dieses Einziehen bemerkt an den Thoraxwandungen, bemerkt man indessen immer auch mit dem aufgelegten Finger das Anschlagen, und so spricht das Factum nur zu Gunsten unserer Behauptung.

Mit der bezeichneten Veränderung der Stellung des Herzens kommen nun noch die Rotationsbewegungen vor. In den neueren Beschreibungen der Thätigkeit des Herzens wurden diese Axendrehungen durchaus nicht beachtet. Ich nahm sie zuerst an Kaninchenherzen wahr, und habe sie seitdem an allen Herzen, welche ich bloßlegte, gesehen. Sie erfolgen auf folgende Weise. In dem Momente, wo das Herz erschlafft und die Spitze gegen die Wirbelsäule gedrängt wird, wendet sich die Spitze zu gleicher Zeit etwas nach links und das Herz dreht sich so um seine Axe, daß die Visceralfläche desselben fast ganz vom rechten Ventrikel gebildet wird; man sieht von der Raphe und dem linken Ventrikel fast nichts. Im Momente der Systole aber zieht sich die Spitze nach rechts zurück und das Herz dreht sich so um seine Axe, daß man die Raphe und einen Theil des linken Ventrikels sieht, die Visceralseite des Herzens also von beiden Höhlen gebildet wird. Dem Beobachter rathen wir, die Raphe hauptsächlich im Auge zu behalten.

Die Bewegungen habe ich lange gekannt, und geglaubt, daß dieselben überhaupt übersehen wären. Je mehr ich mich indessen mit dem Studium der älteren Beobachter beschäftigte, desto mehr sah ich meinen Irrthum in dieser Hinsicht ein. Der erste, der sie gesehen und beschrieben, ist Harvey, dessen Exercitatio de motu cordis in jedem Worte sich durch Beobachtungen als wahr erweis't. In der angeführten Ausgabe p. 50 findet sich die merkwürdige Stelle: »Si quis cordis motum diligenter in viva dissectione animadverterit, videbit non solum, quod dixi, cor sese erigere, et motum unum facere cum auriculis continuum, sed undationem quandam et lateralem inclinationem obscuram, secundum ductum ventriculi dextri, et quasi sese leviter contorquere etc. etc.« Weit deutlicher und bestimmter spricht freilich Haller von diesen Bewegungen in seinen Elementis physiologiae vol. I. p. 389. »Una apex quidem cordis uterque ad basin adtrahitur, brevior fit, obtusior et paullum antrorsum recurvatur et dextrorsum ad basin se quasi replicat atque adeo cor brevius redditur.« id. op. p. 393. »Non vero figura sola cordis in systole mutatur, sed una situs. Nam mucro cordis in quadrupede dum ad basin accedit dextrorsum et antrorsum circa basin parum dimotam, tanquam extremus radius circa firmum cardinem arcum circuli describit.« Bei der Beschreibung der Diastole führt er ferner p. 398 an: »Rugae fibrarum cordis evanescunt, totumque hoc viscus leve fit planumque et molle. Idem in rectitudinem se porrigit et basis ab apice et apex a basi recedit, et una retrorsum sinistrorsum migrat. Viel

unklarer, wenn überhaupt dasselbe Phänomen gemeint sein sollte, hat Greeves sich darüber in dem Report of the sixth meeting of the British Association for the advancement of science. Notices and abstracts of communications etc. etc. p. 120 geäußert. Es heißt dort: »The ventricles gyrate incessantly to and fro upon their axis, a., in systole or involution, as the left hand pronates, b., in diastole or evolution, as the left hand supinates. Dagegen hat unstreitig Cruveilhier bei dem Kinde mit Ectopia cordis diese Bewegungen gesehen und beschrieben.

Untersuchungen über den Bau der venösen Klappen des Herzens.

Während der Systole des Herzens sollen die venösen Mündungen der Ventrikel geschlossen werden, damit das Blut nicht in die Vorhöfe zurückgetrieben werde. Diesen Zweck haben offenbar die ringförmigen Falten des Endocardiums, welche vom Rande der venösen Oeffnung eines Ventrikels herabhängen, und mittelst sehniger Fäden in der Höhle desselben befestigt sind. So klar die Function dieser Klappen aber auch sein mag: so wenig ist man über die Art und Weise im Reinen, wie sie die Oeffnungen der Vorhöfe schließen, und wodurch sie bewegt werden. In unserer Zeit ist es ein Gegenstand von großem Interesse für die physiologischen und pathologischen Doctrinen, und genauere Untersuchungen darüber erscheinen als ein Erforderniß. Alle physiologischen Untersuchungen müssen sich auf anatomische Thatsachen stützen, und daher mögen die folgenden Untersuchungen den physiologischen Bemerkungen vorausgeschickt werden. Unter den neueren Schriftstellern über das Herz und seine Thätigkeit haben sich einige auch mit dem anatomischen Verhältniß der Klappen beschäftigt, namentlich das Londoner Comité zur Erforschung der Herzgeräusche [1]) und Skoda [2]). Allein die Resultate, welche von beiden Seiten erhalten wurden, geben nicht hinlänglich Aufschluß über das zu lösende Problem, und deßhalb erschien eine Fortsetzung der Untersuchung nöthig.

Allgemeine Beschreibung der venösen Klappen.

Die venösen Klappen erscheinen bei der Eröffnung eines Säugethierherzens als häutige Cylinder, welche am Ostium venosum des Ventrikels befestigt, in die Höhle derselben mit einem freien Rande hereinragen, und daselbst durch sehnige Fäden, welche von muskulösen Vorsprüngen abgehen, und sich an ihre hintere oder richtiger äußere Fläche ansetzen, befestigt werden. Die äußere Fläche der Klappe ist daher rauh von der Anheftung dieser Sehnen, die innere dagegen glatt, und von innen gesehen, wie dieses bei der üblichen Art

---

[1]) Report of the sixth meeting of the British Association for the advancement of science. vol. V.

[2]) Die Auscultation und Percussion von Dr. Joseph Skoda. Wien 1839.

das Herz zu öffnen, der Fall ist, nimmt man nur eine kleine Menge der vielen Sehnen wahr, welche sich vorfinden.

Der freie Rand der Klappe ist ausgezackt; es finden sich tiefere oder weniger tiefe Einschnitte an demselben, wodurch die Klappe ein gelapptes Ansehen erhält. Diese Einschnitte gehen indessen nie bis zur Anheftungsstelle am ostium venosum, sondern lassen da, wo sie am tiefsten sind, immer noch ein 1 — 1½ Linien breites Stück des membranösen Klappentheiles undurchschnitten, wodurch die einzelnen Abtheilungen der Klappe am Rande des ostium venosum mit einander verbunden werden.

Diese Einschnitte sind indessen nichts weniger als zufällig, sondern theilen die Klappe des linken und rechten Ventrikels auf eine sehr bestimmte Weise in einzelne Abtheilungen, die man mit dem Namen Lappen benannt hat. In jedem Ventrikel giebt es eine doppelte Gattung dieser Lappen, nämlich größere und kleinere. Die Zahl, Lage, Stellung, Structur, überhaupt alle Verhältnisse der großen Lappen sind sehr bestimmt, und wir wollen sie daher Hauptlappen nennen. Die kleineren finden sich zwischen den größeren, allein sie zeigen weder in ihrem Vorkommen noch in ihren sonstigen anatomischen Verhältnissen dieselbe Bestimmtheit, wie die großen. Wir wollen sie intermediäre Lappen nennen.

Im rechten Ventrikel ist die Klappe in drei Hauptlappen geschieden, und in manchen Fällen kommen drei, zwei oder auch nur ein einziger intermediärer Lappen zwischen diesen vor. Man nennt daher dieselbe die dreizipflige oder dreispitze valv. tricuspidalis oder valv. tricuspide, triglochyne, und der Name ist für die Klappen der meisten Säugethiere richtig, nur für einige ist er falsch, da bei einigen eine ähnliche Abtheilung der Klappen in drei Hauptlappen nicht vorkommt [1]).

Die Klappe des linken Ventrikels wird die zweizipflige, bicuspidalis, oder mützenförmige, mitralis, genannt, allein hier ist der Name sehr unpassend, weil er weder die Form, noch die Abtheilung bezeichnet. Es finden sich nämlich bei dieser Klappe, die sich durch sehr constante Verhältnisse auszeichnet, zwei Hauptlappen die einander gegenüberliegen, und zwischen diesen beiden auf jeder Seite ein kleinerer intermediärer Lappen, so daß die Klappe also eigentlich aus vier Abtheilunger besteht.

Die Hauptlappen, aus denen das Klappensegel, wie wir den membranösen Theil der Klappe im Allgemeinen nennen wollen, besteht, bestimmen die Zahl der muskulösen Vorsprünge in jedem Ventrikel, welche man Papillen genannt hat. Wir finden daher im rechten Ventrikel drei Papillen, im linken nur zwei.

Von den Papillen entspringen die Sehnen, die sich an die äußere Fläche des Klappensegels ansetzen, im linken Ventrikel ohne Ausnahme, im rechten Ventrikel dagegen entspringen einige wenige unmittelbar vom Septum. Die Sehnen, welche zu einem Hauptlappen gehören, entspringen immer von zwei benachbarten Papillen, die Sehnen der intermediären Lappen dagegen, so viel es deren auch sein mögen, entspringen immer nur von einer einzigen Papille. Man findet daher an jeder Papille drei Sehnengruppen, die beiden äußeren gehören den benachbarten Seitentheilen zweier Hauptlappen an, die mittleren dem intermediären Klappentheile zwischen diesen beiden Lappen.

Von den Sehnen, die zu einem Lappen gehören, gehen immer zwei sehr

---

[1]) s. weiter unten.

starke Fäden bis an das ostium venosum und befestigen sich daselbst an der Muskelmasse des Ventrikels; sie rühren von verschiedenen Papillen her, und werden von uns in der Folge als Sehnenfäden erster Ordnung bezeichnet werden. Die anderen Sehnenfäden, die man bei nicht gespannter Klappe sieht, inseriren sich an der äußern Fläche des Hauptlappens. Von jeder Papille gehen zwei bis drei zu einem Hauptlappen, sie können aber auch vom Sehnenfaden erster Ordnung entspringen. Sie inseriren sich so an das Klappensegel, daß ihre Insertionsstellen auf jeder Seite in die Linie fallen, welche von dem Sehnenfaden erster Ordnung an dem herabhängenden Lappen gebildet wurde, und ihre Insertionsstellen sind daher auch vom Sehnenfaden erster Ordnung gedeckt. Wir nennen diese Sehnen, Sehnen der zweiten Ordnung.

Wenn man mit der Klappe keine Veränderung vornimmt, sieht man weiter keine Sehnen; sobald man aber einen Lappen zu spannen versucht, sieht man, daß die Lappen sehr viel größer werden. Die Ränder eines solchen Lappens werden zu breiten Säumen und diese werden gestützt von Sehnen, welche von denen der zweiten und der ersten Ordnung zur Seite abgegeben werden. Die Sehnen, welche wir in den Säumen der Lappen finden, mögen als Sehnen dritter Ordnung bezeichnet werden.

Was die Structur des Klappensegels anlangt, so ist dieses eine Duplicatur des Endocardiums. Das innere Blatt ist eine unmittelbare Fortsetzung des Endocardiums, welche die innere Fläche des Vorhofs auskleidet; das äußere Blatt geht in das Endocardium des Ventrikels am Rande des ostium venosum über.

Zwischen beiden Blättern finden sich die Endigungen der Sehnen, welche an das Klappensegel gehen, und beide Blätter lassen sich oft sehr weit von einander trennen. Die Sehnen endigen sich im Allgemeinen palmförmig in eine ziemliche Anzahl einzelner Fasern auseinanderfahrend, und geben den Lappen hauptsächlich eine gewisse Festigkeit und Dehnbarkeit.

Außer diesen Sehnen findet man zwischen den beiden Blättern des Endocardiums auch noch andere Elemente. Es gehen nämlich Muskelfasern vom Vorhofe in das Klappensegel über, diese Muskelfasern wurden von uns zuerst aufgefunden, und in Froriep's Notizen[1]) theilten wir die Entdeckung kurz mit, wir haben sie seit der Zeit in den Herzen aller Säugethiere, welche wir untersuchten, wiedergefunden, und an der muskulösen Klappe des rechten Ventrikels beim Vogelherzen, und den Herzen vieler Amphibien, an den membranösen Klappen des einfachen Fischherzens fanden sich immer diese Muskelfasern wieder.

Die venöse Klappe des rechten Ventrikels.

Will man die Klappe gut übersehen, so muß man den Ventrikel von der Arteria pulmonalis aus öffnen, die äußere Wandung desselben dann überall an ihrer Verbindung mit dem Septum losschneiden, bis zum ostium venosum hin, und dann die Papille, welche aus der äußern Wand entspringt, loslösen, ohne eine Sehne zu verletzen. Noch besser kann man sich das Herz präpariren,

---

[1]) v. Froriep's neue Notizen f. 1840.

doch setzt es einige Uebung voraus, wenn man den Theil der Wandung, von welchem die Papille entspringt, mit dem Septum in Verbindung läßt, und sonst an allen Stellen die Wandung vom Septum losschneidet. Man kann die Wandung dann auch am ostium venosum abschneiden, wenn man sie indessen ergiebig vom Septum gelös't hat, und das Fett vom limbus cordis entfernt, läßt sie sich so zurückschlagen, daß Alles sehr deutlich hervortritt. Darauf muß man vom Vorhofe aus das ostium venosum mit Wachsmasse ausfüllen, die man am besten mittelst einiger Nadeln, die man durch den limbus cordis hineinstößt, daselbst befestigt.

Die Figur auf Tafel I stellt ein so präparirtes Herz dar. Man sieht hier gegen die äußere Fläche zweier großen Lappen, die rauh von der Anheftung der Sehnen sich zeigen, und in der Tiefe sieht man die innere Fläche des Lappens, welcher auf der Scheidewand aufliegt.

Wie bereits angeführt, finden sich im rechten Ventrikel drei Hauptlappen. Diese sind folgendermaßen am ostium venosum vertheilt. Ein Lappen liegt auf dem Septum auf und nimmt mit seinem obern Rande fast den ganzen Theil des Septums ein, der zur Bildung des ostium venosum etwas beiträgt; wir wollen ihn daher den Scheidewandlappen nennen. Ein anderer liegt in einem Bogen der venösen Mündung, unmittelbar vor dem Sinus des rechten Ventrikels, welcher zur Pulmonalarterie führt, und er mag den Namen des innern oder linken Lappens tragen. Ein dritter liegt diesem schräg gegenüber, an der Stelle, wo rechts die äußere Wandung sich mit dem Septum verbindet, und kann daher als rechter oder äußerer Lappen bezeichnet werden.

Was das Verhältniß der intermediären Lappen anlangt: so finden sich dieselben am häufigsten im Allgemeinen zwischen dem Scheidewandlappen und dem innern und dem Scheidewandlappen und dem äußern. Seltener findet sich ein solcher zwischen dem innern und äußern. Dieses gilt aber nur vom Menschen- und Kalbs- oder Ochsenherzen, bei anderen Thieren fand ich immer drei, wie bei Schafen, Hirschen, Rehen, Schweinen.

Wo kein intermediärer Lappen vorhanden ist, sind zwei benachbarte Lappen durch eine halbmondförmige Falte des Klappensegels mit einander verbunden; wo intermediäre Lappen sich vorfinden, geht zu jeder Seite desselben eine kleine halbmondförmige Falte zu den Lappen, zwischen denen sich der intermediäre findet.

Bei den genannten Thieren und beim Menschen sind mir keine Abweichungen vorgekommen, doch findet sich die Angabe [1]), daß statt drei Hauptlappen in einzelnen Fällen nur zwei vorhanden gewesen sein sollen. Dagegen hat die Klappe mitunter eine ganz andere Form bei einigen Säugethieren, z. B. beim Dachse ist die Abtheilung in drei Lappen durchaus nicht in der Art, wie sie eben geschildert wurde, vorhanden. Hier sind eigentlich nur zwei Abtheilungen, der Scheidewandlappen und ein größerer, welcher diesem gegenüber liegt und von der innern Fläche der äußern Wandung am Rande entspringt. Noch eigenthümlicher ist die Klappe bei Vögeln; es ist nämlich ein dreieckiger. muskulöser Lappen, welcher sich von dem Rande der Wandung des rechten Ventrikels gegen dessen Höhle schlägt, und zwischen der äußern Wandung und der Scheidewand befestigt ist, mit dem andern Rande aber frei in den Ventrikel hereinragt.

Die einzelnen Lappen haben bei den eben beschriebenen Thieren eine vier-

---

1) Weber's Ausgabe der Anatomie von Hildebrandt. B. III. S. 136.

eckige Form. Der obere Rand ist an das ostium venosum befestigt; der untere ist frei und nicht ganz so breit, als der obere. Die Seitenränder verbinden sich nach oben, indem der Lappen breiter wird, bogenförmig entweder mit einem intermediären oder dem Seitenrande eines Hauptlappens. Die intermediären Lappen sind nur viel schmaler und kleiner, sonst in der Form den Hauptlappen ganz ähnlich. Zu gleicher Zeit werden die Lappen nach ihrem untern freien Rande zu immer dünner und erscheinen durchsichtiger; sie sind von innen glatt, an ihrer äußern Fläche uneben und an ihren freien Rändern gezahnt oder faltig. Der größte Lappen ist der, welcher auf dem Septum aufliegt.

Sieht man vom Vorhofe aus auf die Klappe, so erscheint sie als ein Fortsatz des Endocardiums von dem Vorhofe; denn diese Membran geht unmittelbar an die Klappe über, und dadurch ist an der innern Fläche der Klappe die Grenze zwischen Vorhof und Ventrikel fast ganz verwischt. Betrachtet man dagegen die Klappe von ihrer äußern Fläche, wie sie bei der angegebenen Präparation erscheint: so findet man sie auf folgende Weise an dem Rande des ostium venosum befestigt. Gewöhnlich liegt ein rundes Muskelbündel um den Rand der venösen Mündung rings herum, welches bald mehr, bald weniger breit und bandartig erscheint. Von diesem Muskelbündel laufen rundliche oder bandartige Streifen aus, die wieder vielfach mit einander verbunden sind, und sich an der innern Fläche des Ventrikels endigen. Sie sind unter dem Namen der trabeculae carneae bekannt und im rechten Ventrikel bilden sie ein Netz, welches ziemlich dicht ist und die Papillarmuskeln unter sich und mit jenem Bande am ostium venosum vereinigt. An dem rundlichen Bande ist nur das innere Blatt der Klappe befestigt, es ist stark sehnig und mit einem dünnen Blatte des Endocardiums vom Ventrikel überzogen; mitunter werden die einzelnen Sehnen, welche sich hier endigen, noch mit einzelnen kleinen papillenartigen Verlängerungen jenes Bandes verbunden.

Die Sehnen, welche sich an der ganzen äußern Fläche der Klappenlappen endigen, kommen von den Papillarmuskeln. Wie bereits erwähnt, giebt es deren im rechten Ventrikel drei, welche nur mehr oder weniger deutlich sich hervorheben. Sie liegen ungefähr in der Mitte der Höhle des Ventrikels, und sind theils muskulöse Fortsätze des Septums, theils Fortsätze der innern Fläche der äußern Wandung. Eine Papille, welche am wenigsten hervorragt, liegt da, wo der arterielle Theil des Ventrikels von dem venösen geschieden ist, wie Lancisi schon angiebt [1]), und wir wollen sie die innere Papille nennen. Eine zweite liegt ebenfalls auf dem Septum, dieser gegenüber, da wo sich das Septum mit der äußern Wandung verbindet, und sie mag die äußere Papille heißen. Eine dritte findet sich von der Mitte der äußern Wandung gegen die Höhle des Ventrikels hervorragend, die ihrer Lage nach den Namen der mittlern Papille führen mag. Die letzte und die innere Papille sind immer durch ein rundes muskulöses Band, welches quer durch die Höhle des Ventrikels hindurchgeht, mit einander verbunden. Beim Dachse entspringen alle Papillen vom Septum, bei anderen Thieren und beim Menschen habe ich dieses indessen nie gefunden. Von den Papillen entspringen fast alle Sehnen, welche an die Klappe gehen, nur wenige Fäden, welche

---

[1]) Die Arteria pulmonalis entspringt nämlich bei Säugethieren und dem Menschen aus einem Sinus des Ventrikels, der vielleicht als Rudiment des bulbus aortae betrachtet werden kann, da er bei Hemmungsbildungen mitunter eine vollständige dritte Höhle des Herzens bildet; s. Kürschner, de corde cujus ventriculis anguinem inter se communicant. Marbg. 1837.

sich an die Scheidewandabtheilung ansetzen, haben einen andern Ursprung, gehen nämlich unmittelbar aus dem Septum hervor. Bei oberflächlicher Betrachtung der Klappe, namentlich von ihrer innern Fläche aus, scheinen die Sehnen ohne alle Ordnung abzugehen. Ein einziger Blick reicht indessen hin, die vollkommenste Regelmäßigkeit in dem Abgange der Sehnen von den Papillarmuskeln zu erkennen, wenn man die Klappe auf die früher angegebene Weise präparirt hat.

An jedem Hauptlappen finden sich immer Sehnen von zwei verschiedenen Papillen, und diese Sehnen verhalten sich nicht ganz gleich in ihrem Verlaufe. Sie gehen entweder bis an den limbus cordis, »Sehnen der ersten Ordnung,« oder sie gehen an die äußere Fläche des Klappensegels, »Sehnen der zweiten Ordnung«. Die ersten findet man gewöhnlich gespannt oder kann sie leicht durch Anziehen der Papillarmuskeln spannen; die letzteren sind nicht gespannt und können auch durch Anziehen der Papillen nicht gespannt werden. Die Sehnen der zweiten Ordnung inseriren sich aber so an die hintere Fläche eines Lappens, daß ihre Insertionspunkte auf parallele Linien fallen würden, welche man sich von dem Anheftungspunkte der Sehnen erster Ordnung gegen den freien Klappenrand gezogen denken kann.

Jede Papille liefert nun entweder drei Sehnen oder drei Sehnengruppen, wovon die äußersten als Sehnen erster und zweiter Ordnung an den zugewandten Rändern benachbarter Hautlappen sich endigen, die mittlere Sehne oder Gruppe geht zwischen je zwei Lappen gegen das ostium venosum und dient dem Verbindungstheile der zwei Lappen entweder unmittelbar oder mittelbar durch Bildung eines intermediären Lappens. Sehr häufig findet man bei Kalbsherzen den Abgang der Sehnen an der mittlern Papille so regelmäßig, daß die Papille drei Erhabenheiten zeigt, und gar nicht selten habe ich etwas Aehnliches an der äußern Papille wahrgenommen.

Danach liefert die innere Papille zwei äußere Sehnen oder Sehnengruppen, welche an die zugewandten Ränder des innern und des Scheidewandlappens gehen, und eine mittlere, welche den Theil stützt, welcher diese beiden Lappen mit einander verbindet.

Die äußere Papille giebt zwei äußere Sehnengruppen für die zugewandten Ränder des Scheidewandlappens und des äußern Lappens und eine mittlere für den Verbindungstheil beider. Während zwischen den übrigen Lappen oft nur ein starker Sehnenfaden getroffen wird, so ist es wohl hier die Regel, daß sich deren mehre finden, wie auch hier die intermediäre Lappenbildung immer vorkommt.

Die mittlere Papille sendet ihre äußeren Sehnen an die benachbarten Ränder des äußern und innern Lappens und ihre mittlere Sehne geht an das Verbindungsstück für diese beiden Lappen.

Die Abweichungen, welche in den geschilderten Verhältnissen von uns beobachtet wurden, reduciren sich darauf, daß mitunter alle Sehnen, die zu einem Hauptlappen von einer Papille hingehen, als eine einzige starke Sehne, die sich dann in mehre theilt, nahe an ihrem Ursprunge, entspringen. Mitunter entspringen fast alle aus einem einzigen Bündel, nur die, welche sich am tiefsten unten am Lappen inserirt, entspringt besonders als ein dünner Faden von der Papille; in noch anderen Fällen findet man an der Papille eine Sehnengruppe von drei bis fünf Fäden, welche zu einem Hauptlappen hingehen, und gewöhnlich findet man auch nur an jedem Hauptlappen auf einer Seite eine Sehne erster Ordnung und drei bis fünf Sehnen zweiter Ordnung.

Die Sehnen, welche an das Verbindungsstück zweier Hauptlappen gehen, inseriren sich immer an dem Rande des ostium venosum, sind daher immer Sehnen erster Ordnung. Sie sind aber schwache Fäden, und mehr als drei habe ich nicht getroffen. In letzterm Falle ist immer ein intermediärer Lappen vorhanden, ebenso, wenn zwei Sehnen sich finden, wo aber nur eine vorkommt, findet sich nie ein intermediärer Lappen.

Alle Verhältnisse der Sehnen, wie wir sie hier schilderten, erläutert die erste Tafel. Es zeigt dieselbe auch noch ein anderes Verhältniß, welches für die Physiologie nicht unwichtig ist; nämlich der innere Lappen erhält an seinem dem Scheidewandlappen zugewandten Rande die stärksten Sehnen, welche im rechten Ventrikel sich zeigen, wie denn auch die innere Papille immer die breiteste ist, und an ihrer Oberfläche von einem dichten, sehnigen Gewebe bedeckt wird. Die Sehnen dagegen, welche an den Scheidewandlappen hingehen, sind die schwächsten.

So weit lassen sich die Sehnen in ihren anatomischen Verhältnissen ohne weitere Präparation verfolgen. Um sie vollständig kennen zu lernen, muß man die Klappe weiter präpariren. Skoda hat sich bereits damit beschäftigt, die Structur der Klappe genauer zu untersuchen, und behauptet, wenn man gegen die hintere Fläche der Klappe blase oder Wasser dagegen gieße: so entwickelte sich an den Rändern eine Menge Taschen, ähnlich den Semilunarklappen, wodurch die Lappen weiter entwickelt würden und die venöse Oeffnung sich schließe. Man kann allerdings durch Blasen gegen die äußere Fläche oder durch Begießung derselben den Lappen beträchtlich ausdehnen, indessen man erhält nur ein sehr unvollständiges Bild von anatomischen Verhältnissen durch dieses Verfahren. Ein weit besseres Bild giebt folgende Behandlungsweise, weil die Klappe in ausgedehntem Zustande zugleich fixirt wird. Wir füllen nämlich das ostium venosum mit Wachs aus und drücken dann die Lappen mit dem Scalpellhefte gegen dasselbe, und befestigen sie mit Stecknadeln oder Insectennadeln, wie es die zweite Tafel von dem äußern Lappen des rechten Ventrikels zeigt. Fixirt man den Lappen auf diese Weise, ohne ihn weiter auszuziehen, so hat man nur die Sehnen der zweiten Ordnung gespannt, faßt man indessen die Säume des Lappens mit der Pineette oder schiebt sie mit dem Scalpellhefte vor, so läßt sich der Lappen nach unten und zu beiden Seiten hin noch beträchtlich entwickeln, und ein neues Sehnensystem wird jetzt erst sichtbar. Diese Sehnen liegen nämlich bei hängender Klappe an den übrigen an, wie der zarte und breite Saum des Lappens gefaltet an dem derbern Kernstück anliegt. Ich habe die Sehnen »Sehnen der dritten Ordnung« genannt, und um jeden Irrthum zu vermeiden, wiederhole ich, daß sie erst sichtbar werden, wenn man die Säume auszieht, während die Sehnen zweiter Ordnung sich spannen beim Aufheben der Klappe, und die erster Ordnung nur beim Anziehen der Papillarmuskeln gespannt werden können. Die Sehnen dritter Ordnung können von Sehnen der ersten oder zweiten Ordnung entspringen; gewöhnlich entspringen im ganzen Umkreise eines Lappens von den größeren Sehnen zwei oder drei, welche in den Saum gehen. Sie verbreiten sich hier ebenfalls sehr regelmäßig, indem sich die Fäden, welche von einer Sehne abgeschickt werden, fast immer in einer geraden Linie, die man sich vom Rande des Saumes gegen den stärkern Sehnenfaden hingezogen denken kann, inseriren. Wegen dieser Regelmäßigkeit kann der Saum einer Klappe betrachtet werden als bestehend aus einzelnen Läppchen, die von den Sehnen der dritten Ordnung und je zwei benachbarten der zweiten ebenso gebildet und gestützt werden, wie das Kernstück des Lappens von den Sehnen der ersten und zweiten

Ordnung. Die Sehnen selbst lösen sich in der Klappe palmförmig auf und bilden auf diese Weise die fibröse Grundlage des Lappens. Die zarten Fäden, welche sich am Rande eines Lappens inseriren, verbinden sich immer mit einer benachbarten Sehne, und dadurch erscheinen die Ränder immer noch etwas wulstig.

Von der untern Fläche aus gesehen stellt ein Lappen, der horizontal vor dem ostium venosum aus gebreitet liegt, ein Gewölbe dar, welches von zwei Punkten, zwei benachbarten Papillarmuskeln nämlich, getragen wird. Zwei Reihen von Sehnen, die parallel laufen, tragen das Hauptgewölbe. Die seitlichen Theile des Gewölbes sind so viel kleine Gewölbe, als es Sehnen am Kernstück zu jeder Seite giebt, und werden von den Sehnen der dritten Ordnung gebildet und getragen. Die zweite Tafel stellt auch diese Verhältnisse treu dar.

Geht der Lappen aus der horizontalen Stellung in die senkrechte über, oder ist das Agens, welches ihn entfaltet hatte, entfernt: so legen sich die Sehnen der dritten Ordnung an die der zweiten an, es verschwinden die seitlichen Gewölbe, und indem sich die Sehnen der zweiten Ordnung an die entsprechenden der ersten Ordnung anlegen, sinkt auch das Hauptgewölbe herab und liegt an den beiden Sehnen der ersten Ordnung an.

Eigenthümlich ist der Vereinigungstheil zweier Lappen. Die Sehne, welche an das ostium venosum geht, giebt hier zu beiden Seiten Sehnen der dritten Ordnung ab, welche in den Saum des benachbarten Lappens übergehen und mit den entsprechenden Sehnen der dritten Ordnung in diesen sich vereinigen. Dadurch wird der Saum oben breiter und in einem Winkel, der fast an der Insertionsstelle der Hauptsehne liegt, stoßen die Säume benachbarter Lappen zusammen, und die Sehnen, welche den Saumtheil an diesem Winkel von beiden Lappen tragen, rühren, was sehr zu beachten ist, von einer einzigen Sehne, die sich zwischen beiden Lappen befindet, her. Intermediäre Lappen, wo sie vorkommen, sind mutatis mutandis ebenso gebildet, wie die Hauptlappen, nur sind dieselben kleiner und die Sehnen viel dünner. Sie sind dann mit jedem Hauptlappen ebenso verbunden, wie sonst die beiden Hauptlappen unmittelbar vereinigt werden.

Wie sorgfältig man nun auch einen Klappenlappen entwickeln mag, man sieht immer die Ränder sich nach der Höhle des Ventrikels umschlagen, was durch die eigenthümliche Insertion der äußersten Sehnenfäden im Saume bewirkt wird und für das Schließen der Klappe von großer Wichtigkeit ist. Vom Vorhofe würde die innere Fläche eines Lappens, im gespannten Zustande, wo sie die obere wird, daher concav aussehen mit nach unten gebogenen Rändern. Die Form der Hauptlappen in gespanntem Zustande stellt meist einen Halbkreis dar; wo intermediäre Lappen vorkommen, ist die runde Form weniger vollkommen. Die intermediären Lappen sind keilförmig und haben mehr concave Ränder, wodurch gewissermaßen die beiden Hauptlappen, zwischen denen sie sich finden, ergänzt werden. Entwickelt man die benachbarten Klappentheile, so sieht man, daß die Theilung des Klappensegels in Lappen nirgends bis an das ostium venosum selbst geht, sondern eine halbe Linie breit vor demselben hören die Einschnitte auf.

Im höchsten Grade merkwürdig ist es jedoch, daß jeder einzelne Lappen fast so groß ist, wie das ostium venosum. Ich habe an Ochsenherzen die ostia venosa so ausgedehnt, wie sie im Leben nie ausgedehnt werden können, und bei vollständiger Entwicklung eines Lappens blieb nur ein kleiner Theil des ostium venosum unbedeckt.

Was hier angegeben wurde, gilt vorzüglich von dem innern und äußern Lappen. Der Scheidewandlappen zeigt eine eigenthümliche Bildung.

Um die Sehnen desselben zu übersehen, muß man ein Ochsen- oder Stierherz wählen, den Ventrikel vom Vorhofe aus öffnen und dann mittelst Nadeln eine Wachsscheibe im offenen ostium venosum befestigen, gegen welche man den Lappen ebenso aufspannt, wie die übrigen.

Es fehlen bei diesem Lappen »Sehnen erster Ordnung« ganz; denn alle Sehnen inseriren sich an die hintere Fläche des Lappens. Sie inseriren sich hier zu jeder Seite in zwei Reihen, und bilden eine innere und äußere Reihe. Die innere Reihe entspringt vom Septum, nur mitunter die am tiefsten in der Höhle des Ventrikels liegen, von einer Papille, und sie wird nur sichtbar, wenn man den Lappen aufhebt. Die einzelnen Sehnen sind kurz und stark und um so kürzer, je näher sie dem limbus cordis liegen. Es sind deren meistens drei zu jeder Seite, und sie bilden, indem sich ihre palmförmigen Ausbreitungen von beiden Seiten vereinigen, den mittlern Theil oder das Kernstück des Lappens, während die Säume von der äußern Sehnenreihe getragen werden. Diese Sehnen sieht man, wenn der Lappen auf dem Septum aufliegt, in ziemlich weiten Zwischenräumen an die Seitenränder hingehen, und es sind deren ungefähr drei bis vier. Diese Fäden geben von außen nach innen, gegen die innere Reihe hin, Sehnen der dritten Ordnung ab und oft so regelmäßig, daß die kleinen dünnen Fäden in einer Linie sich inseriren, die man sich vom äußersten Anheftungspunkte einer äußern Sehne nach der entsprechenden innern gezogen denken kann. Am Rande verbinden sich die benachbarten Sehnen der äußern Reihe durch kleine Fäden und in der Nähe der Anheftungsstelle am ostium venosum mit den mittleren Sehnen der äußern und innern Papille. Uebrigens ist der Lappen größer als die anderen, in seiner entwickelten Form aber auch rund und seine Ränder sind ebenso nach innen umgeschlagen.

Um die Anheftungsweise der Sehnen in den verschiedenen Lappen zu versinnlichen, habe ich aus den regelmäßigsten Formen folgende Diagramme zusammengesetzt. Die ◻ ◻ bezeichnen Sehnen der ersten Ordnung die 0 0 Sehnen der zweiten Ordnung und die . . Sehnen der dritten Ordnung, und man würde diese Bilder erhalten, wenn man am aufgespannten Lappen die Sehnen nahe an ihrer Insertionsstelle an der untern Fläche derselben abschnitte.

I. Der äußere oder innere Lappen.

Fig. 3. der äußere oder innere Lappen
a a Kernstück.
b b Verbindungsstelle mit benachbarten Klappen.
c c c Säume.

II. Die Scheidewandabtheilung.

Fig. 4. die Scheidewandabtheilung.
a a Kernstück.
b b Innere Reihe.
c c c Säume.
d d Aeußere Reihe.

Die venöse Klappe des linken Ventrikels.

Weit regelmäßiger als im rechten Ventrikel ist in dem linken die Klappe gebildet, und im Wesentlichen habe ich keine Abweichungen wahrgenommen, so viel Herzen ich auch untersuchte, ja die Bildung scheint sogar bei allen Säugethieren und Vögeln dieselbe zu sein. Außer am menschlichen Herzen, unter-

suchte ich sie bei Affen, Ochsen, Schafen, Ziegen, Schweinen, Füchsen, Hunden, Rehen, Hirschen, beim Dachs, Iltis, Marder, Eichhörnchen, Kaninchen, Fischotter; von Vögeln habe ich untersucht: Auerhähne, Birkhähne, Gänse, Enten, Schwäne, Spechte, Raben, Hühner, Habichte und eine Menge Singvögel.

Um die Klappe bloßzulegen, öffne ich den Ventrikel von der Aorta aus und schneide, dicht am Septum herunter bis an die Spitze, die Wandung des Ventrikels durch. Auch hier muß man das ostium venosum mit Wachs ausfüllen, und will man die ganze Klappe übersehen, die Wandung des Ventrikels überall vom Ostium losschneiden, ohne die Klappe zu verletzen, und so weit es ohne Verstümmelung der Papillarmuskeln geschehen kann, ausschneiden. Man thut dann am besten, das Herz bei der Spitze aufzuhängen, um die Sehnen der Klappe einigermaßen zu spannen.

Die Muskelmasse des Ventrikels umgiebt hier nicht vollständig das ostium venosum, sondern an der Stelle, wo die Aortamündung an jenes stößt, wird dasselbe durch die Wandung der Arterie gebildet. An dieser Stelle hängt ein großer Lappen herunter, und ihm gerade gegenüber liegt ein zweiter, auf der dritten Tafel sieht man vom erstern die äußere, von jenem die innere glatte Fläche. Im Ganzen ist die Klappe dieses Ventrikels derber, die Sehnen sind stärker und länger, die Papillarmuskeln voluminöser und an ihrer Anheftungsstelle am ostium venosum gehen starke Muskelbündel an die Klappe.

Das Klappensegel besteht hier aus vier Abtheilungen, zwei großen Hauptlappen und zwei intermediären. Der größte Lappen hängt von dem Theile des ostium venosum herab, welches von der Wandung der Aorta gebildet wird, und man kann ihn den i n n e r n nennen. Gerade gegenüber liegt ein anderer Hauptlappen, den man als ä u ß e r n bezeichnen kann, und zwischen diesen beiden Lappen links und rechts finden sich die intermediären, die deßhalb auch die Namen des rechten und linken intermediären Lappens führen mögen. In der Tafel tritt der linke intermediäre Lappen hervor. Die Bezeichnungen sind indessen gewählt mit Berücksichtigung der normalen Lage des Herzens, und man muß dieses auch beim ausgeschnittenen Herzen vor Augen behalten.

Was den Muskelapparat anlangt: so zeigen sich im linken Ventrikel bekanntlich die trabeculae carneae nicht in der Menge, wie im rechten, indessen auch hier findet man die sämmtlichen Muskelbündel mit den Papillarmuskeln verbunden, und von dem limbus cordis gehen sehr starke conische Muskelbündel an einzelne Sehnen, namentlich an die des äußern und der intermediären Lappen.

Papillarmuskeln finden sich immer nur zwei, die indessen sehr stark sind. Sie entspringen beide gewissermaßen in den Winkeln, welche durch die Verbindung der Wandungen mit dem Septum entstehen und sind gewöhnlich durch stärkere, quere Muskelbündel noch an das Septum angeheftet. Man kann sie nach den intermediären Lappen bezeichnen und eine l i n k e und r e c h t e P a p i l l e annehmen. Die linke liegt an dem untern, die rechte an dem obern Vereinigungswinkel der Wandung mit dem Septum. Die linke Papille ist die stärkste und größte, und von ihr geht ein sehr starkes Muskelbündel an den äußern Bogen des ostium venosum. Die Fläche, von welcher die Sehnen entspringen, bildet ein planum inclinatum und mehr gegen die Spitze hin wird die Papille muldenförmig, und die rechte Papille paßt in diese Vertiefung, wie sie denn auch bei den Contractionen des Herzens auf der linken aufliegen muß. Die rechte Papille ist kleiner, sonst hat sie ähnliche Verhältnisse.

Auch hier entspringen, wie im rechten Ventrikel, von jeder Papille drei Sehnengruppen. Die äußeren gehören immer zu benachbarten Seiten der Hauptlappen, die mittlere Gruppe ist für den intermediären Lappen einer

Seite bestimmt. Bei der Neigung, welche die freie Oberfläche der Papille hat, kommt es, daß die Sehnen des äußern Lappens alle um die Hälfte kürzer sind, als die des innern, und oft findet man die Sehnen in einem förmlichen Halbkreise auf der Papille vertheilt. Gewöhnlich gehen sechs starke Fäden von einer Papille ab. Die beiden innersten gehören den intermediären Lappen allein, und die Sehnen, welche auf jeder Seite zwischen jenen liegen, gehen an die Falten des Klappensegels, durch welche der intermediäre Lappen mit dem äußern Lappen verbunden wird, und verästeln sich in dem intermediären und einem der Hauptlappen. Es hat daher jeder Hauptlappen zwei Sehnen erster Ordnung (da alle genannten Fäden bis an das ostium venosum heraufgehen), welche an dem mittlern Theile des Lappens sich finden, und an jeder Seite hat er noch eine Sehne erster Ordnung mit dem benachbarten intermediären Lappen gemein, während auch jeder intermediäre Lappen noch außer diesen zwei besondere Sehnen für sein mittleres Stück enthält.

Die Vertheilung der Sehnen lernt man nur am aufgespannten Lappen kennen, da man am schlaffen herabhängenden Lappen fast weiter keine Sehnen als die angegebenen sieht. Ueberhaupt scheinen sich die Lappen der linken Ventrikelklappe viel stärker noch zusammenzuziehen und zu falten, als die der rechten Auriculo-Ventricularklappe. Man spannt die Klappe ganz auf dieselbe Weise, wie früher angegeben wurde; bei der bedeutenderen Größe derselben kann man aber meist nur eine Hälfte des innern oder äußern Lappens mit einer entsprechenden Hälfte eines intermediären entwickeln, wie denn auf Tafel IV. der innere Lappen mit einem Theile des linken intermediären dargestellt ist. Wir beschreiben auch hier nur den innern Lappen und den linken intermediären, da die Verhältnisse der übrigen Klappenabtheilung ganz dieselben sind.

Der innere Lappen ist der größte am ganzen Herzen und seine Säume sind außerordentlich breit; es ist auch der einzige Lappen, welcher im hängenden Zustande gefaltet aussieht. Die Form nähert sich der runden; es scheint, als ob nur der freie Rand der Bogen eines Kreises wäre, der Rand dagegen, womit der Lappen sich an den Aortaursprung anheftet, mehr eine dreieckige Form habe, allein dieses Aussehen rührt daher, daß in der Mitte der Lappen auf seiner äußern Fläche zwei Semilunarklappen zusammenstoßen. Der Lappen läßt sich nicht ganz horizontal vor das ostium venosum legen, der freie Rand bleibt immer tiefer im Ventrikel.

Die beiden mittleren Sehnen erster Ordnung heften sich am ostium venosum in einer Entfernung von 3 — 6 Linien von einander an, und geben gegen den freien Rand hin, zwei bis drei Sehnenfäden zweiter Ordnung ab, die sich so inseriren, daß sie ein viereckiges Klappenstück in sich fassen. Von diesen werden die Sehnen dritter Ordnung fast in derselben Weise in die Säume abgegeben, wie beim äußern und innern Lappen des rechten Ventrikels. Es findet sich nur die Eigenthümlichkeit, daß die Sehnen der dritten Ordnung, je näher sie sich am freien Rande ansetzen, desto weiter sich seitlich von den Sehnen zweiter Ordnung entfernen, wodurch die Säume beträchtlich breiter werden müssen.

Die Sehnen, welche der innere Lappen mit den benachbarten intermediären gemein hat, geben an den Saum des Hauptlappens zwei starke Fäden, von denen kleinere Fäden sich seitlich gegen das ostium venosum hin an die Klappenfläche ansetzen. Meistens giebt eine solche Sehne auch ebenso viel Fäden an den intermediären Lappen, welche sich auch in ganz gleicher Entfernung an den Rand des intermediären Lappens ansetzen. Da hier die Sehnen sehr stark sind und die intermediären Lappen derber, so rathen wir Jedem, der sich mit den anatomi-

schen Verhältnissen der Klappen vertraut machen will, mit der Untersuchung dieser Abtheilung anzufangen, weil man sich dann auch leichter mit den intermediären Theilen der Tricuspidalklappe vertraut machen kann, deren Untersuchung schwieriger ist. Wir brauchen wohl kaum zu erwähnen, daß die Sehnen sich auf eine ähnliche Weise in Lappen auflösen, wie im rechten Ventrikel, und die freien Ränder der Klappe sich beim Aufspannen der Lappen auf gleiche Weise gegen die Höhle der Ventrikel umschlagen.

Spannt man einen intermediären Lappen: so zeigt er sich als ein sphärisches Dreieck, dessen Spitze mitten im ostium venosum, dessen Basis am Rande dieser Mündung liegt und dessen concave Ränder sich genau an die convexen Ränder der benachbarten großen Lappen anlegen. Beim Aufspannen schlagen sich auch hier die Ränder, wie bei den großen Lappen, auf die schon oft erwähnte Weise um.

Was die Größe eines solchen Lappens anlangt, so reicht die Spitze bis zur äußersten Sehne zweiter Ordnung derselben Seite des benachbarten großen Lappens, und die Basis nimmt ungefähr den sechsten Theil des Randes der venösen Mündung ein.

Die Vertheilung der Sehnen weicht wenig von der eben geschilderten in dem großen Lappen ab. Die beiden inneren Sehnen erster Ordnung heften sich am ostium venosum in der Entfernung von $1\frac{1}{2}$ — 2 Linien von einander an und jede derselben giebt gewöhnlich zwei dünne Sehnen zweiter Ordnung ab, die sich an dem Lappen in gleicher Entfernung von einander bis fast an den freien Rand hin vertheilen. Zur Seite geben diese Sehnen wieder mehre Sehnenfäden dritter Ordnung in die Säume, die hier in derselben Weise, wie an dem großen Lappen sich ansetzen, nämlich je näher die Sehne zweiter Ordnung am Rande sich findet, in desto weiterer Entfernung setzt sich die zu ihr gehörende Sehne dritter Ordnung am Saume an. Es ist bereits erwähnt, daß von den Sehnen, welche der intermediäre Lappen mit den benachbarten großen gemein hat, ebenfalls Sehnen an den Rand des intermediären gehen, welche gegen die Fläche der Lappen auch hier eine größere oder geringere Menge kleinerer und dünnerer Fäden absenden.

Wir haben wenige und unerhebliche Abweichungen von dem beschriebenen Verhalten gesehen, und wenn sie vorkamen, fanden sie sich auf der Seite der intermediären Lappen, welche dem äußern Lappen zunächst liegt, wir erinnern uns nicht, Abweichungen auf der andern Seite getroffen zu haben. Die folgenden Diagramme stellen auf dieselbe Weise, wie am rechten Ventrikel, die Vertheilung der Sehnen dar, und das dort Angeführte gilt auch hier; wir bemerken noch, daß durch Striche die Sehnenfäden, welche zur seitlichen Sehne der ersten Ordnung am großen, wie am intermediären Lappen gehören, mit einander verbunden sind.

A
B

Fig. 5.
A. Hauptlappen.
B. Intermediärer Lappen.

Nachdem wir nun die einzelnen Abtheilungen der Klappen genauer kennen gelernt haben, vermögen wir Folgendes im Allgemeinen über die Vertheilung der Sehnen anzugeben, was von allen Lappen mit Ausnahme des Scheidewandlappens im rechten Ventrikel gilt.

Es giebt Sehnen, welche von den Papillarmuskeln aus gespannt werden können, »Sehnen der ersten Ordnung.«

Es giebt ferner Sehnen, welche man nur spannen kann, indem man den herabhängenden Lappen gegen das ostium venosum hin aufhebt, »Sehnen der zweiten Ordnung«; sie entspringen entweder von den vorigen oder von den Papillen selbst.

Es giebt endlich Sehnen, welche man nur sichtbar macht und spannt, wenn man die Säume an der aufgehobenen Klappe entrollt, »Sehnen der dritten Ordnung«; sie entspringen von den vorigen, und können an bestimmten Stellen, nämlich wo zwei Klappenlappen sich vereinigen, von den Sehnen der ersten Ordnung abgegeben werden.

Jeder Lappen erhält vier Sehnen erster Ordnung, von denen die beiden mittleren ihm allein angehören. Sie stehen mit den Sehnen der zweiten Ordnung in Verbindung, die das Kernstück des Lappens stützen und tragen. Von den Sehnen der zweiten Ordnung gehen regelmäßige Reihen von Sehnenfäden der dritten Ordnung ab, welche in gleicher Entfernung, wie die Sehnen der zweiten Ordnung sich regelmäßig an die Säume anheften; von ihrer Menge hängt die Breite des Saumes ab, und daher findet man in den verschiedenen Reihen eine variable Menge. Da wo zwei Lappen am Rande der Ventrikel zusammenstoßen, entspringen die Sehnen dritter Ordnung, welche die Säume der beiden Lappen tragen, von einer gemeinschaftlichen Sehne erster Ordnung, durch welche Anordnung bewirkt wird, daß bei der Contraction der Ventrikel das Blut nicht zwischen zwei Lappen sich hindurchdrängen kann, sondern die beiden Lappen an einander gehalten werden müssen, wie wir weiter unten sehen werden.

Verbindung der Klappen mit dem Vorhofe.

Es ist ein bis jetzt ziemlich allgemein angenommenes Factum, daß die Muskelmasse der Vorhöfe von der der Ventrikel gänzlich getrennt sei. Bei Untersuchung der Gewebe, welche die Klappe zusammensetzen, traf ich Verhältnisse, welche dieser Annahme entgegen sind, nämlich ich fand Muskelfasern, welche vom Vorhofe in die Klappe übergehen. Schon vor zwei Jahren theilte ich kurz die Sache in Froriep's Notizen mit, und habe zeither nur Gelegenheit gehabt, meine frühere Entdeckung zu bestätigen am Herzen von Menschen in allen Lebensperioden, wie auch an den der verschiedensten Thiere. Herr Professor Theile konnte dieselben nicht auffinden, wie er in einer Note seiner Bearbeitung der Sömmering'schen Myologie angiebt, allein bei der Art und Weise, wie er die Klappe präparirte, mußte er dieselben übersehen. Wenn man nämlich die Klappe am limbus cordis vom Vorhofe abschneidet: so können nur noch sehr dünne Muskelbündel in derselben sich finden, und diese werden durch die Sehnen, mit welchen sie in Verbindung stehen, noch tiefer in die Klappe gezogen, so daß man sie nicht mehr aufzufinden im Stande ist. Zur ersten Untersuchung eignen sich Kalbsherzen und Ochsenherzen, noch besser Herzen von Rehen und Hirschen. Man darf auch die Untersuchung nicht gleich vornehmen, nachdem die Thiere getödtet sind, sondern muß die Herzen eine Zeitlang, im Winter mehre Tage, im kalten Wasser liegen lassen, dann wird man auch nie vergeblich nach den bezeichneten Muskelfasern suchen. Behandelt man das Herz des Menschen ebenso, nämlich läßt es mehre Tage, nachdem man es aus

der Leiche genommen, im kalten Wasser liegen, so sind auch hier die Muskelfasern in der Klappe leicht zu constatiren.

Bei solchen Herzen hängt die Klappe tief in den Ventrikel herein, und alle Spannung einzelner Theile hat aufgehört. Legt man nun einen Längenschnitt vom Vorhofe aus durch die Klappe hindurch, am besten durch einen großen Lappen nahe an der Insertionsstelle einer Sehne erster Ordnung, so zeigen sich auf beiden Durchschnittsflächen Lagen von Muskelbündeln, welche vom Vorhofe über den limbus cordis herüber in die Klappenlappen übergehen; sie werden immer dünner, je weiter sie in den Lappen herabgehen.

Um zu bestimmen, wie sie sich weiter in der Klappe verhielten, habe ich mikroskopische Untersuchungen der Klappe bei kleinen Thieren angestellt, und habe sie bei größeren Thierherzen durch Präparation so weit wie möglich zu verfolgen gesucht. Bei Herzen, die etwas macerirt wurden, gelingt die Präparation in folgender Weise leicht. Im rechten Vorhofe, den man durch einen Schnitt, der durch das Herz der Länge nach gelegt wurde, mit dem Ventrikel geöffnet hat, schneide man einige Linien oberhalb des innern Lappens das Endocardium in der Länge eines guten halben Zolles quer ein, und ziehe es von der Muskelmasse mit der Pincette ab, es gelingt so, an der innern Fläche der Klappe die Muskelbündel ziemlich bloßzulegen; dann schneide man an der hintern Fläche des Lappens die beiden Sehnen erster Ordnung durch und lege dicht am Ventricularrande ebenfalls durch das Endocardium einen ähnlichen Querschnitt. Mit der Pincette kann man auch hier das Endocardium abziehen, und es bleiben dann die Muskelfasern allein zurück.

In der Nähe der Anheftungsstelle des Lappens ist das Muskelbündel zwar dünn, aber so breit, wie das ganze Kernstück des Lappens; tiefer gegen den Ventrikel findet man nur noch einzelne Faserbündel in der Nähe der Anheftungsstellen der Sehnen zweiter Ordnung. Durch mikroskopische Untersuchung der durchsichtigen Klappen bei kleinen Säugethieren glaubte ich Muskelfasern bis an den freien Rand der Klappe gefunden zu haben, allein ich hatte mich hier offenbar getäuscht. So viel ich sicher ermitteln konnte, gehen die Muskeln vom Vorhofe nie an Sehnen erster Ordnung, sondern nur in das Kernstück und verbinden sich hier mit dem sehnigen Gewebe, welches durch die palmförmige Ausbreitung der Fäden zweiter Ordnung gebildet wird, und mit diesen selbst. Daß besonders die Muskelfasern mit den Insertionsstellen der bezeichneten Sehnen in Verbindung stehen, kann man am Ochsenherzen leicht constatiren. Wenn man nämlich das Endocardium vom Vorhofe aus, selbst einen schmalen Streifen, so losreißt, daß man es über den Insertionsstellen jener Sehnen wegnimmt, so sinken diese Stellen becherförmig ein. Am besten sieht man es am linken Herzen und an der Scheidewandabtheilung des rechten. An anderen Stellen des Kernstückes irgend eines großen Lappens kommt Aehnliches nicht vor. In die Säume habe ich nun nie Muskelfasern gehen sehen, so sorgfältig ich auch untersuchte.

Hat man die Fasern einmal beobachtet, so findet man sich auch an frischen Herzen leichter, wie ich dieselben denn an mehren frischen Herzen dem geehrten Herausgeber dieser Encyclopädie gezeigt habe. Man kann indessen auch am frischesten Herzen Folgendes constatiren. Bekanntlich finden sich an der innern Fläche der Vorhöfe eine Menge langer cylindrischer Muskelbündel, welche in der Nähe des ostium venosum in ein breites Muskelband verlaufen, das rund um das Ostium selbst herumgeht. Schneidet man hier Vorhof und Ventrikel mit einem Längenschnitt durch: so findet man, daß sich die Muskelmasse der Vorhöfe in der Nähe des Limbus in zwei Schenkel theilt; der eine dicke endigt

sich an dem fibro=cartilaginösen Ringe des Limbus, der andere membranförmig dünne geht an das Endocardium, und giebt Muskelfasern an die Sehnen der zweiten Ordnung, die leicht wegen ihrer Feinheit übersehen werden; aber am ganzen Kernstück eines großen Lappens findet man die membranöse Ausbreitung der Sehnen mit jenen Muskelfasern zusammenhängen. Die sehnigen Fäden endigen sich nicht in dem Knorpelringe am limbus cordis, wie man auch von der hintern Fläche der Klappe aus sieht, wenn man das Endocardium daselbst wegnimmt. Man kann sich außerdem davon überzeugen dadurch, daß man das Endocardium vom Vorhofe aus anzieht; es wird in diesem Falle immer die Klappe gegen den Vorhof gezogen, eine Wirkung, die nicht eintreten dürfte, wenn die gewöhnliche Meinung, daß die membranöse Ausbreitung der sehnigen Fäden am limbus cordis endigten, richtig wäre.

Der ganze Streit, ob die Muskelfasern vorhanden sind oder nicht, löst sich dahin auf: je frischer das Herz, desto mehr Elasticität besitzen noch die Muskelfasern, und es werden daher die Sehnenfäden und das sehnige Gewebe höher gegen den Vorhof gezogen; man findet dann nur die sehr dünnen Bündel, die zu den Sehnen zweiter Ordnung gehen, auf Durchschnitten der Klappe in der Nähe ihrer Insertionsstellen. Sind dagegen am ausgewässerten Herzen die Muskelfasern schlaff: so ziehen die Sehnenfasern dieselben gegen den Ventrikel herab, und sie gehen in diesem Fall als breite, dünne Bündel über den limbus cordis in das Kernstück eines Lappens herein.

Für die physiologische Bedeutung genügt es nachzuweisen, daß Muskelfasern vom Vorhofe mit dem bezeichneten sehnigen Gewebe der Klappe in Verbindung stehen, ob sie tief oder nicht tief in dieselbe gehen, ist einerlei, die Sehnenfäden, welche mit Muskelfasern in Verbindung stehen, leiten die Kraft ungeschwächt von letzteren doch an die Stelle, wo sie gebraucht wird, gleichviel ob sie näher oder entfernter liege.

Wie wichtig übrigens die Muskelfasern vom Vorhof an der Klappe selbst für ihre Thätigkeit sind, geht aus der Betrachtung der muskulösen Klappe des rechten Ventrikels am Vogelherzen hervor. Trotz dem, daß hier eine sehr starke Muskellage am limbus cordis von der Ventrikelmasse sich gegen die Höhle wendet, findet man doch an der innern Fläche der Klappe noch eine Muskellage vom Vorhofe aus das Endocardium begleiten.

Nachdem ich so ausführlicher diese Muskelfasern angegeben, kann ich auch wohl behaupten, daß Reid dieselben nicht gekannt hat; der von mir sehr geachtete Physiolog spricht von Muskelfasern, welche am Ochsenherzen vom Vorhofe aus in die Klappe treten, ohne die Sache weiter untersucht zu haben, und er leugnet sie sogar bestimmt an anderen Herzen.

Die arteriellen Klappen sind hinlänglich beschrieben und wir unterlassen daher, sie hier weiter anzuführen.

Untersuchungen über die Entfaltung und Wirkung der venösen Klappe.

Schon früher haben wir uns über die Art, wie die Klappe während der Systole die Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel aufhebt, ausgesprochen, und können auch Diesem im Wesentlichen nichts Neues hinzufügen. Die vorausgeschickten anatomischen Untersuchungen überheben uns auch der Mühe, weitläufig die Ansichten, welche über denselben Gegenstand vorgetragen sind, anzuführen und einer Kritik zu unterwerfen; denn wo die anatomischen Verhältnisse nicht vollkommen erkannt sind, muß jede Ansicht, die sich in's Detail verbreitet,

irrig sein. Wie weit Irrthümer auf diesem Felde noch möglich waren, davon giebt »Grabau's vitale Theorie des Kreislaufes« den sprechendsten Beweis. Es wird nämlich dabei die Function der Klappen, wie man sie bis jetzt annahm, ganz in Abrede gestellt! Allein trotz der Protestation von dieser Seite, nehmen wir es als vollkommen erwiesen an, daß die venösen Klappen während der Systole die venösen Ventrikelmündungen schließen, und daß die Untersuchungen nur nachzuweisen haben, auf welche Weise es geschieht und durch welche Momente der Herzthätigkeit es bewirkt werde.

Diese nicht leichten Fragen kann man nicht früher beantworten, als bis man den Zustand der Klappe vor dem Eintreten der Systole genau kennt. Oft ist behauptet worden, die Klappe liege in der Diastole fest an der innern Wandung der Ventrikel an, und Grabau wiederholt diese Behauptung. Von der Scheidewandabtheilung des rechten Ventrikels möchte sich dieses Verhalten auch schwer leugnen lassen, dagegen muß man bei allen übrigen Lappen auf eine ganz andere Meinung kommen. Bei der Anfüllung des Ventrikels können nämlich die Sehnen erster Ordnung wohl gespannt, allein nicht gegen die Wandung des Ventrikels von einer Flüssigkeit, die sich leicht nach allen Richtungen verbreitet, und dem geringsten Widerstande ausweichen kann, gedrängt werden, und es muß daher beim Zuströmen des Blutes die Wandung der Ventrikel, wenn sie am Ende der Systole auf der Klappe auflag, von der Klappe abgehoben werden. Die Sache ist indessen der Beobachtung zugängig, nämlich der Satz »cor in diastole moritur« gilt in der möglichsten Ausdehnung vom rechten Ventrikel, und man braucht daher nur den Stand der Klappe bei Leichen und frisch getödteten Thieren zu untersuchen. So oft ich die Untersuchungen zu diesem Zwecke auch angestellt habe: so habe ich immer die Klappe des rechten Ventrikels, mit Ausnahme des oben bezeichneten Lappens, vom Blute umgeben gefunden. Man findet bei der Eröffnung vom ostium arteriosum aus, was früher beschrieben wurde, Blutgerinnsel in dem ostium venosum und an der ganzen hintern Klappenfläche verbreitet. Ja die Beachtung der Blutgerinnsel giebt noch weitern Aufschluß. Man findet von diesen Gerinnseln das Klappensegel an die Sehnen erster Ordnung angelegt, und die Sehnen selbst in der Nähe der Papillarmuskeln, auf eine eigene Weise umgeben; sie umfassen gewöhnlich die Sehnengruppen, welche zu einem großen Lappen gehen, und liefern daher den besten Beweis, daß die Sehnen zweiter und dritter Ordnung in der Diastole fest an einander und den Sehnen der ersten Ordnung anliegen. In der Diastole ist also die Klappe vom Blute umflossen, das Klappensegel ist zusammengerollt, die Säume desselben nicht entwickelt, die Sehnen der dritten Ordnung liegen an den betreffenden Fäden der zweiten, und diese an den Sehnen der ersten an, von welchen das Klappensegel herabhängt.

Bei der Schließung der Klappe muß also das Klappensegel aufgehoben und horizontal gegen das ostium venosum gestellt und seine Säume müssen entfaltet werden. Die Momente, welche diese Veränderung in der Klappe herbeiführen können, sind die Muskeln, welche zu dem Klappenapparate gehören und das Blut.

Zur Entfaltung der Klappe selbst vermögen nun die Muskelbündel, mit welchen die Klappe am limbus cordis zusammenhängt, nichts beizutragen. Es können wohl die Sehnen erster Ordnung durch sie gespannt werden, allein die Lage dieser Muskelbündel ist so, daß sie eine andere Wirkung im viel höhern Grade äußern müssen. Das ostium venosum wird während der Systole nämlich enger und durch das Muskelband, welches am ostium venosum mit der Klappe verbunden ist, müssen bei seiner Zusammenziehung

die Insertionsstellen der Sehnen erster Ordnung näher zusammengerückt werden, wodurch die Lappen selbst schmaler erscheinen müssen. Es sind demnach die Muskelbündel durch ihre Anordnung wichtige Hülfsmittel, um die Klappe der Weite des ostium venosum anzupassen, allein sie heben die Lappen nicht in die Höhe, tragen nichts zur Entwicklung der Säume bei und sind folglich ohne Einfluß auf das eigentliche Schließen und Entfalten der Klappe.

Viele Physiologen haben die Papillarmuskeln eine Rolle spielen lassen beim Schließen der Klappe, indessen von jeher hat diese Ansicht Schwierigkeiten gefunden. Diese Muskeln ziehen sich während der Systole zusammen, wie schon Haller aus Versuchen erwies. Gleiches wurde neuerlich wieder von dem Dubliner Comité zur Erforschung der Herzgeräusche und von John Reid bestätigt, und so weit wir selbst die Sache prüften, ergab sich, daß in beiden Ventrikeln die Papillarmuskeln sich so zusammenziehen, daß sie fast ganz in der Muskelmasse verschwinden nur kaum als Hervorragungen noch wahrzunehmen sind. Allein wie soll nun durch diese Papillen die Klappe entwickelt werden? Nehmen wir das reine Resultat der Versuche: so können wir durch Anziehen der Papillarmuskeln nur die Sehnen der ersten Ordnung spannen, andere durchaus nicht. Im Verlaufe der Systole müssen sich die einzelnen Papillarmuskeln mehr nähern, namentlich durch Zusammenziehung der trabeculae carneae, welche mit jenen verbunden sind, und dadurch werden die einzelnen Lappen ebenfalls sich etwas genähert werden, wie schon Skoda angiebt. Kann man nun gleich damit nicht die Klappe schließen und entwickeln: so läßt sich doch von den Papillen aus auf die entwickelte Klappe wirken. Spannt man einen Lappen auf die früher angegebene Weise und entfaltet alle Säume: so kann man beim Anziehen der Papillen den gespannten Lappen tiefer in den Ventrikel hereinziehen. Dadurch werden diese Muskelbündel die Klappe im Ventrikel gegen den Andrang des Blutes zurückhalten, und sie dienen also zur Fixirung der Klappe in der Systole. Durch Feststellung der Sehnen erster Ordnung machen sie die Entwicklung derselben möglich und den entwickelten Lappen halten sie gegen den Andrang des Blutes im Ventrikel zurück.

Weit schwieriger scheint es, die Wirkung der Muskelfasern, welche vom Vorhofe an das Klappensegel gehen, genauer zu bestimmen. Klar ist es wohl, daß bei ihrer Contraction ein gewisser Grad von Spannung in die Klappe kommt, was für die Entwicklung derselben gefordert wird; denn würde das Blut gegen die schlaffe Klappe mit den herabhängenden Sehnen kräftig geworfen, so würde sie nur ungleich entwickelt werden und Störung im Kreislaufe, wenn nicht Zerreißung der Klappe die Folge sein. Es muß ferner durch diese Fasern die Klappe gegen den Vorhof in die Höhe gezogen und die Lappen werden dabei verkürzt werden. Bei dieser Wirkung müssen sich aber Eigenthümlichkeiten zeigen, weil am gefüllten Herzen die Muskelfasern nicht gerade herab in die Klappe vom Vorhofe gehen, sondern am limbus cordis knieförmig gebogen sind. Ihre Verbindung mit den Sehnenfasern zweiter Ordnung läßt, im Verein mit dem oben angeführten Umstande, die Vermuthung mehr als wahrscheinlich erscheinen, daß durch sie die Klappenlappen in eine der Entwicklung günstige Stellung gebracht werden. Es kann nämlich weder das Blut noch die Action der Muskeln die Klappe, wie sie in der Diastole herabhängt, unmittelbar vor das ostium venosum legen, sondern Veränderungen müssen hier vorausgehen. Man könnte einwenden, solche Veränderungen, wie Verstellung der Klappenlappen, könnten durch die zarte dünne Muskellage nicht

hervorgebracht werden, weil die Klappe einem bedeutenden Blutdrucke ausgesetzt ist; indessen die Kraft braucht auch nicht bedeutend zu sein, weil das Blut die Wirkung derselben unterstützt. Da beide Flächen des Klappensegels unter einem gleichen Drucke derselben Flüssigkeit stehen, wird bei einer geringen Kraft, die dem Drucke der einen Seite entgegenarbeitet, eine ausgedehntere Bewegung folgen, weil der Druck auf der entgegengesetzten Seite dadurch ein Uebergewicht erlangt. Nach vielen einzelnen Versuchen, und nach einer so viel wie möglich allseitigen Berücksichtigung aller concurrirrender Verhältnisse muß ich annehmen, daß das Klappensegel bei der Contraction des Vorhofes von den Sehnen der ersten Ordnung entfernt und so am Rande der venösen Mündung gestellt wird, als wäre es nach vollständiger Entwicklung nicht herabgesunken, sondern nur gegen den limbus cordis hin zusammengeschoben worden.

Die Muskeln tragen also zur eigentlichen Entwicklung der Klappe nichts bei, und es muß daher das Blut die Hauptrolle spielen. Man hat dieses auch angenommen, nur wie man es angenommen hat, kann es nicht geschehen. Bei der Contraction der Ventrikel soll nämlich das Blut die Klappe aufheben und in das ostium venosum legen, indem das Blut, welches in der Klappe selbst sich befindet, wieder in den Vorhof zurückgeworfen wurde. Es würde demnach ein beträchtlicher Theil der in die Ventrikel bereits geförderten Blutmasse wieder in die venösen Abtheilungen des Herzens bei jeder Systole übergehen, und der complicirte Klappenapparat leistete daher sehr viel weniger, als das gewöhnlichste und einfachste Pumpenventil. Die Unzweckmäßigkeit eines der complicirtesten Apparate im Thierkörper, unter den angegebenen Umständen, läßt hier einen Irrthum vermuthen. Es ist nach physikalischen Gesetzen nun auch unmöglich, daß das Blut die Wirkung haben könne, welche ihm zugeschrieben wird. Die Klappe umschließt einen Blutcylinder, der mit der Blutmasse des Vorhofes und des Ventrikels in ununterbrochener Verbindung steht. Wird der Blutdruck auf die äußere Fläche verstärkt, während zu gleicher Zeit das Blut gegen die Arterien hin abfließen kann, so wird beständig durch Zuströmen des Blutes aus dem Vorhofe, ein Druck auf die innere Fläche der Klappe geübt, der jenem das Gleichgewicht hält, und das Blut fließt um die Klappe herum, läßt aber ihre Form ungeändert. Kann das Blut die Klappe selbst nicht bewegen, so kann doch nichts die Klappe so zweckmäßig entfalten, als das Blut, wenn sie schon in Bewegung begriffen ist. Die Flüssigkeit strömt aus den Ventrikeln und wird dann, heftig gegen die bereits bewegte Klappe gedrängt, die Lappen nach allen Seiten hin entwickeln und entfalten müssen, wie die Luft ein Segel ausbreitet und aufbläht, welches an den Tauen gehörig befestigt ist. An ein Schöpfen vom Blute ist dabei nicht mehr zu denken, die Klappe wird so vorgeschoben, daß sie die Blutmasse des Vorhofes und Ventrikels trennt, wie eine Scheidewand, welche man in ein mit Wasser gefülltes Gefäß herabdrängt, die Wassermasse theilt ohne große Bewegung derselben. Es lassen sich auch hierüber Versuche anstellen. Man kann durch Blasen gegen die hintere Fläche eines Klappenlappens, oder indem man einen Wasserstrom darauf leitet, den Lappen entwickeln, nur hat man hier nicht ganz die Verhältnisse der Systole.

Daß die Entwicklung der Klappe dagegen mit ihren Säumen und Sehnen vom Blute abhängt, ist ein Umstand, der uns die Zweckmäßigkeit der organischen Natur selbst in geringfügig scheinenden Verhältnissen bewundern läßt. Muskeln würden nie eine so gleichmäßige Entfaltung hervorbringen können, die sich so ganz dem Blutdrucke anpaßte, und wie leicht könnten bei krampfhafter Action Störungen eintreten, welche das Leben gefährden müßten?

Wir sehen daher, daß das Aufheben und Schließen der Klappe nicht von einem einzigen Momente, sondern von allen abhängig ist. Die Klappe wird bei der Contraction des Vorhofes gespannt und gerichtet, mit der Contraction der Ventrikel in der bewegten Blutmasse durch kräftiges Anziehen der Sehnen erster Ordnung festgestellt, daß sie im Strome nicht weichen und wanken kann; vom Blute aber, indem es daran vorbeifließt und dagegendrückt, wird sie vorgeschoben und in allen ihren einzelnen Theilen entfaltet vor dem ostium venosum ausgebreitet, wie bei den Kiemen der Fische die einzelnen Bogen durch Muskularaction fixirt und von einander entfernt werden, aber jedes der tausend feinen Filamente, aus denen eine Kieme besteht, erst durch die Strömung der Flüssigkeit, mit welcher das Blut in den Gefäßnetzen jener Filamente in Wechselwirkung treten soll, aufgerichtet und entwickelt wird.

Eine Frage drängt sich nach der Feststellung der angegebenen Punkte wohl gleich Jedem auf, die kaum zu beantworten scheint. Man begreift dabei noch nicht, wie die Ränder der einzelnen entwickelten Lappen mit einander verbunden werden, so daß sie kein Blut hindurchtreten lassen. Die Beantwortung dieser Frage bietet keine Schwierigkeit für Den, der einen einzigen Lappen auf die von uns angegebene Weise präparirt hat. Bei dem Aufspannen der Lappen schlagen sich die Ränder nach der Höhle des Ventrikels hin um, wie ein Segel sich in der Mitte aufbläht, und die Ränder, welche von den Tauen gehalten werden, nicht im gleichen Niveau mit der Mitte stehen. Leichter kann man sich noch davon überzeugen, wenn man gegen die hintere Fläche eines Lappens bläs't, oder Wasser dagegen strömen läßt; man erhält indessen kein so vollständiges Bild davon, als beim Aufspannen, und kann leicht zur Idee von Skoda verführt werden, daß sich an den Rändern der Klappe Taschen vorfänden, ähnlich den Taschenventilen. Die umgeschlagenen Ränder benachbarter Klappenlappen müssen sich bei der Anordnung der Sehnen, auf welche wiederholt früher aufmerksam gemacht wurde, an einander legen und durch das Blut selbst fest an einander gehalten werden. Die Einrichtung, welche hier in Betracht kommt, besteht aber darin, daß an den Stellen, wo die Säume benachbarter Lappen am limbus cordis an einander stoßen, beide Lappen ihre Sehnen dritter Ordnung von einer gemeinschaftlichen erster Ordnung erhalten. Sobald die Säume entwickelt werden, so zieht die Sehne erster Ordnung, die gespannt ist, nothwendiger Weise die beiden Lappen an den Winkel, wo sie sich vereinigen, zusammen, und dadurch müssen die seitlichen Säume in ihrer ganzen Länge mit den umgeworfenen Rändern vom Blute zusammengehalten werden. Die Ränder, welche in der Mitte des ostium venosum liegen, müssen sich dann von selbst an einander legen. Am klarsten läßt sich dieser Vorgang am linken Ventrikel und zwar am innern großen und linken intermediären Lappen zeigen und studiren, und einfacher und wirksamer kann man sich das Problem der vollkommenen Schließung der Klappe wohl kaum gelös't denken; namentlich ohne die anatomischen Verhältnisse zu vernachlässigen.

Endlich kommen wir zu einem Punkte, der mehr Schwierigkeiten bieten möchte. Wir haben nämlich im Vorausgegangenen bloß erörtert, »durch welche »Momente die Klappe entwickelt wird, und wie durch diese lappigen Gebilde »die Höhlen der Vorhöfe und Ventrikel abgeschlossen werden können, so daß »weder ein Tropfen Blut vom Vorhofe in den Ventrikel, noch von dem letztern »in den Vorhof bei der Zusammenziehung jener übergehen kann.« Es bleibt nur noch übrig, die Form genauer zu bestimmen, welche die geschlossene Klappe hat. Nichts scheint leichter, weil man glauben muß, daß die

Form gegeben sei, wenn man alle Lappen aufspanne. Allein das natürlichste Mittel zum Zwecke ist durchaus unanwendbar; es lassen sich nie alle Lappen gleichzeitig entwickeln; denn jeder große Lappen deckt fast das ostium venosum allein, und so wäre im linken Ventrikel die Klappe mindestens für eine doppelt so große Oeffnung, im rechten sogar für eine dreimal größere Oeffnung berechnet. Es ist mir nicht allein aufgefallen, schon ältere Physiologen haben hin und wieder behauptet, daß bei jeder Systole nur ein Theil der Klappe entwickelt werde, — eine Ansicht, die man um deßwillen verwerfen muß, weil die nicht entwickelten Lappen dem ausfließenden Blute ein Hinderniß entgegensetzen würden, und weil sich im Ventrikel nicht eine Muskelpartie zusammenziehen kann, während eine andere etwa erschlafft bliebe. Man könnte ferner die Ansicht von Magendie für begründet halten, wonach die bedeutende Größe der Klappe für eine mögliche ungewöhnliche Ausdehnung des ostium venosum berechnet wäre. Es läßt sich nicht leugnen, daß für jede Ausdehnung die Klappe hinreicht, allein es kann darin der Zweck der Größe der einzelnen Lappen nicht gesucht werden, weil es unmöglich ist das ostium venosum so auszudehnen, daß kein Klappentheil unentwickelt bleiben könnte. Ich habe in jedem Ventrikel das ostium venosum ausgedehnt, wie es am lebenden Herzen nie vorkommen kann und die Klappe würde doch hingereicht haben, eine weit größere Oeffnung zu decken.

Die Erfahrung hat mich eine lange Zeit beschäftigt, und lange schien mir das Räthsel unlösbar. Eine vertrautere Bekanntschaft mit der Erscheinung des Herzschlages ließ indessen auch hier an eine mögliche Lösung denken, und mehre Jahre, in deren Verlauf ich den Gegenstand von Zeit zu Zeit immer wieder aufnahm, haben keine wesentliche Aenderung in der früher darüber geäußerten Ansicht hervorbringen können.

Nach dieser Hypothese ist die Klappe während jeder Systole vollkommen entwickelt, allein man kann sie nicht am todten Herzen entwickeln, weil sie während des Lebens auch nicht mit einem Male in dem Momente der Systole entfaltet wird, sondern nach und nach, und unaufhörlich ihre Form ändert.

Beim Beginn der Systole werden sämmtliche Lappen vor das ostium venosum gelegt werden, da die Momente, welche hier wirken, keine andere Meinung zulassen. Die Lappen werden aber in mehr oder weniger entwickeltem Zustande aufgehoben, je nachdem die Blutmenge größer oder geringer und der Umfang des ostium venosum selbst dadurch bedeutender oder kleiner ist. In keinem Falle können aber an irgend einer Stelle gleich am Anfang der Systole die Säume vollkommen entwickelt sein, wie die Präparation lehrt.

Daß Veränderungen während der Systole mit der Klappe vorgehen, läßt sich leicht erweisen. Wie auch das ostium venosum am Anfange der Zusammenziehung sein mag, so muß es doch im Verlaufe derselben enger werden. Versuche, welche Haller und die englischen Schriftsteller über diesen Punkt anstellten, sind von mir wiederholt und lieferten dasselbe Resultat. Ein Finger, welchen man in das ostium venosum einbringt, wird gedrückt bei der Zusammenziehung und enger umschlossen. Die Sehnen erster Ordnung müssen, wie wir schon erwähnt haben, dadurch genähert werden, und mit der Abnahme des Umfanges des ostium venosum muß der Umfang der Klappe abnehmen.

Die Papillarmuskeln ziehen sich ferner immer mehr zusammen und verschwinden fast in der Wandung, eine Veränderung, welche eine sehr wichtige Veränderung in der Klappe hervorbringen muß. Die einzelnen Papillen werden dabei einander näher gebracht und im linken Ventrikel kommen sie gar auf einander zu liegen. Bei diesem Vorgange muß die Klappe immer tiefer in den

Ventrikel während der Systole herabgezogen werden, und sie muß, wenn sie im Anfange der Contraction vom Vorhofe aus als eine seichte kesselförmige Vertiefung erschien, gegen das Ende derselben als eine ziemlich tiefe kegelförmige Aushöhlung erscheinen, weil alle Sehnen erster Ordnung durch das Näherrücken der Papillen fast von einem Punkte ausgehen und divergirend gegen den limbus cordis verlaufen. So wird die Klappe zwar am Umfange kleiner, aber dadurch, daß sie tiefer wird, möchte zu jeder Zeit der Systole eine gleich große Entwicklung des Klappensegels erforderlich sein, um die Ventricularhöhle von der des Vorhofes zu trennen.

Beachten wir nun die Verhältnisse des Blutes während der Systole: so ergiebt sich einmal, daß bei Abnahme des Blutes im Ventrikel das Blut vom Vorhofe aus die Klappe tiefer herabdrängen muß. Die Beobachtung der Erscheinungen zeigt dieses auch evident; es können nämlich unmöglich bei der Form, welche wir in der Systole wahrnehmen, die inneren Wandungen der Ventrikel mit einander in Berührung kommen; die Form ist so, daß entweder ein Theil des Blutes nicht ausgeworfen wird, oder die Wandungen liegen auf einem Blutkegel, welcher von der Klappe umschlossen ist. Das letztere ist deßwegen der Fall, weil, wenn man in der Systole oder gleich bei beginnender Diastole die Spitze des Herzens abschneidet, kein Blut ausfließt, es fließt später tropfenweise und in einem Strome erst bei der Contraction des Vorhofes. Beau, welcher dieses Factum ebenfalls kannt, will damit zwar beweisen, daß das Herz in dem Zustande der Ruhe leer sei und erst bei der Contraction der Vorhöfe gefüllt werde, allein bei genauer Kenntniß der Klappe muß man zu dem Schlusse kommen, den wir daraus gezogen, daß gegen das Ende der Systole mit der aufhörenden Contraction die innere Wand der Ventrikel auf der Klappe aufliege, die einen Blutkegel einhüllt, der vom Vorhofe aus in die Höhle der Kammern hereinragt, und deßhalb nicht ausfließt, weil er von der Klappe zurückgehalten wird.

Während der Systole fließt das Blut unaufhörlich von allen Stellen der Kammer gegen das ostium venosum, und wie wir oben zeigten, wird durch den Strom des Blutes das Klappensegel selbst entfaltet. An einer Stelle, wo der Blutdruck abnimmt oder aufhört, werden nothwendiger Weise Klappentheile zusammenfallen müssen, und namentlich geschieht dieses mit den Säumen, ihre Sehnen müssen sich in diesem Falle gleich an die Sehnen der zweiten Ordnung anlegen. Es fließt indessen das Blut nicht mit einem Male über das ganze ostium venosum, sondern nur successiv, und wenn es auch noch so schnell geschieht, und darum werden hier Säume zusammensinken und dort Säume entrollt werden; kurz zu jedem Momente der Systole, und wäre es noch so kurz und schnell, müssen in dieser Hinsicht Veränderungen mit der Klappe vorkommen. Es müssen indessen nicht bloß wegen des Ausfließens des Blutes die Stellen verschieden sein, wo zu verschiedenen Zeiten einer Systole der Blutdruck stärker und schwächer ist: sondern der Blutdruck muß auch wegen der Hebelbewegung und Axendrehung bei der Systole sehr wechseln, und unter diesen Umständen ist die Größe der entfalteten Lappen vollkommen erklärlich.

Durch diese Einrichtung erreicht die Klappe eine Vollkommenheit, von welcher man bei ähnlichen mechanischen Vorrichtungen gar keine Idee hat. Es ist rein unmöglich, sich bei normalen Verhältnissen irgend eine Bedingung zu denken, unter welcher diese organischen Ventile unzulänglich erschienen. Ihr Umfang entspricht immer dem Umfange des ostium venosum, mag dieses vom Blute weit ausgedehnt werden oder nur eine geringe Menge fassen. Wie auch immer bei der successiven Entleerung der Ventrikel diese Höhlen ihre Form

ändern und danach zahllose Modificationen des Blutdruckes entstehen müssen, sie paßt für alle Verhältnisse.

Ihren Zweck, die Austreibung des in die Ventrikel geförderten Blutes möglich zu machen, erfüllt sie auf eine doppelte Weise; sie hindert einmal den fernern Zufluß des Blutes vom Vorhofe aus, und dann macht sie es möglich, daß die sich contrahirenden Wände der Kammer auch den letzten Blutstropfen nach dem ostium arteriosum hintreiben können, weil sie im Verlauf der Systole immer tiefer herabsteigen, und so durch den Druck vom Vorhofe aus das Blut zwischen Klappenwand und innerer Kammerwand immer heftiger gepreßt wird.

Mag nun immerhin in der Beschreibung der Vorgang complicirt erscheinen, in der Natur wird der Zweck immer mit einfachen Mitteln erreicht und solche haben wir auch nur schildern können. Wir dürfen nur wünschen, daß recht viele Beobachter die Zeit daran wenden mögen, die Verhältnisse genauer zu prüfen: es wird sich hier ergeben, daß wir von der Klappe ebenso wenig zu viel sagten, wie die Physiologen, welche die lichtbrechenden Medien des Auges darstellen als berechnet für die verschiedensten Bedingungen, unter welchen die Gegenstände ihr Licht der Retina zusenden, oder die Bestimmungen des mittlern Ohres nicht schlechthin darin suchen, die Töne dem Labyrinthe zuzuleiten, sondern darin finden, daß es die Töne unter den mannichfaltigsten Verhältnissen auf eine bestimmte Weise auf den Hörnerv überträgt, ihre Grenze überschreiten. Ebenso wenig, wie sich aber die Functionen der lichtbrechenden Medien oder des mittlern Ohres mit einem einzigen Kraftausdrucke genau bezeichnen lasse, ebenso wenig gestatten es die Verhältnisse der Klappe, und wohl möchte es, bei den Fortschritten, welche die Pathologie des Herzens gemacht hat, sehr wünschenswerth sein, die Physiologie desselben auch mehr zu beachten.

Es bleibt nun noch übrig, das Verhalten der Klappe unmittelbar nach der Contraction anzugeben. Sobald die Wandungen des Herzens schlaff werden, wird dem Blutdrucke vom Vorhofe aus kein Widerstand mehr geleistet, und es muß das Blut nun die Klappe von einander treiben und den Ventrikel erweitern. Würde es aus dem Vorhofe unmittelbar in den Ventrikel übergehen, ohne durch den Kanal, den die Klappe bildet, zu fließen: so würde das Blut mehr gegen eine Stelle anprallen, als auf alle Theile der Höhle gleichmäßig drücken. Dieses scheint bei der Klappe vermieden, weil gegen das Ende der Systole die Wandungen der Kammern auf der Klappe aufliegen, der Blutdruck vom Vorhofe aus also gleichmäßig vertheilt ist, und bei dem successiven Abheben der Wandung von der Klappe gleichmäßig vertheilt bleiben muß.

Man kann selbst noch weiter gehen und mit Hope behaupten, daß durch die Verbindung der Klappe mit der venösen Mündung die letztere erst die Form erhalte, bei welcher das Blut bequem und rasch aus dem Vorhofe ausfließen könne. Es fand nämlich Venturini, daß jedes Gefäß, welches eine kreisförmige Oeffnung an seiner Basis hat, in einer gegebenen Zeit weniger von seinem Inhalte entleerte, als wenn eine kurze Röhre von gleichem Durchmesser mit der Oeffnung und der doppelten Länge desselben daran angebracht war. Noch mehr fließt aus, wenn die Röhre die Form der Curve nachahmt, welche nach den Untersuchungen Newton's Flüssigkeiten beim Ausfließen aus einer Mündung am Boden eines Gefäßes beschreiben. Hope meinte, daß die Mündungen zwischen Ventrikeln und Vorkammern, wo nicht ganz, doch beinahe die Form hätten, bei welcher das Maximum der Entleerung in einer gegebenen Zeit sich zeige. Wir können zwar diese Meinung nicht geradezu bestätigen, allein, wofern Venturini's Behauptungen gegründet sind, muß beim Ausströmen des Blutes

durch die Klappe, diese letztere immer die Form erhalten, in welcher das Ausfließen am besten stattfindet. Die einzelnen Lappen rollen sich nämlich leicht zusammen und lassen sich durch eine strömende Flüssigkeit, welche sie zu gleicher Zeit an die Sehnen erster Ordnung andrückt, weit an diesen in die Höhe schieben, und außerdem können noch die einzelnen Lappen unter sich ziemlich weit von einander entfernt werden. Wo also der Blutstrom selbst die Verhältnisse bestimmen kann, werden sie nothwendiger Weise so günstig wie nur immer möglich sich gestalten.

Die Entfaltung und Wirkung der arteriellen Klappen.

Weit weniger Schwierigkeiten bieten die Untersuchungen über die Mittel, welche die Sigmoidalklappe bewegen, so wie die Art ihrer Bewegung und der Zweck derselben sich leicht von selbst giebt. Man schildert im Wesentlichen den Vorgang ganz richtig, nur Einzelnheiten sind hin und wieder dabei übersehen worden. Es wird angegeben, die Sigmoidalklappen werden bei der Contraction der Ventrikel von dem anströmenden Blute aus einander gedrängt und gegen die innere Wand der Arterie angelegt; bei der Erschlaffung der Ventrikel soll das Blut, welches die sich contrahirenden Arterien auch gegen die Ventrikel hintreiben, die Klappen von der Wandung aufheben, ihre Taschen füllen und auf diese Weise sich den Weg selbst versperren.

So ganz passiv ist der Vorgang wohl nicht. Man findet nämlich bei jungen Thieren ebenfalls sehr häufig Muskelfasern in die Sigmoidalklappen der arteria pulmonalis und wenigstens in eine der Aorta übergehen, bei Fischen sind dieselben recht deutlich. Immer findet man indessen das fibröse Gewebe der halbmondförmigen Klappen, mit Ausnahme zweier an der Aorta mit der Muskelmasse des Ventrikels in Verbindung. Dadurch müssen auch diese Taschenventile bei der Contraction der Kammern gespannt und aus einander gezogen werden, und mindestens wird die Wirkung des Blutes auf das Oeffnen derselben sehr dadurch befördert und erleichtert. Bei dem Erschlaffen der Ventrikel werden auch diese Taschenventile schlaffer werden, und deßhalb leichter zurücksinken.

Untersucht man genauer die Anfänge der großen Arterien: so findet man, daß die Klappen nicht an der innern Wandung derselben anliegen können, während das Blut aus den Ventrikeln in die Arterien fließt. Die Klappen liegen vielmehr vor kleinen Sinuositäten, welche an der Anheftungsstelle der Arterien am Herzen sich finden. Besonders deutlich sind diese Ausbuchtungen an der arteria pulmonalis und an der Aorta an der einen halbmondförmigen Klappe, welche noch an Muskelmasse befestigt ist.

Wirkung des Herzens auf die Blutbewegung.

Der Kreislauf hängt von dem Herzen vorzugsweise ab, was auch die sogenannte philosophische Schule über die Zufälligkeit des Herzens u. s. w. anführen mag. Um indessen einen praktischen Nutzen von der Physiologie zu erlangen, muß näher bestimmt werden, wie die einzelnen Abtheilungen des Herzens wirken, in welcher Form die Blutbewegung vom Herzen abhängig ist, und in wie weit die Thätigkeit des Herzens allein genügt, oder von anderen wirksamen Momenten unterstützt wird.

Sehr leicht läßt sich der Antheil bestimmen, welchen die Vorhöfe an der Bewegung des Blutes nehmen. Sie sind offenbar Reservoire, durch welche die Ventrikel nach ihrer Entleerung auf die schnellste Weise wieder gefüllt werden können, indem mit einem Male eine größere Blutmenge aus der weiten Oeff-

nung in die Kammer gelangt, als durch die engere Venenmündung unmittelbar dahin überfließen könnte. Und wie überall in der organischen Natur der Zweck durch das wirksamste Mittel erreicht wird: so auch hier. Bei einer einfachen Erweiterung der Venen würde sich zwar auch Blut in der Systole der Kammern sammeln und in größerer Menge in die Ventrikel später übertreten können, es würde jedoch nicht zu vermeiden sein, daß solche Gebilde sehr ungleich ausgedehnt und ähnlich wie die Venen der unteren Extremitäten bei ungewöhnlicher Ausdehnung bald beträchtliche Anschwellungen bieten würden. Die muskulösen Wandungen derselben verhindern aber eine normwidrige Ausdehnung unter gewöhnlichen Verhältnissen. Mögen die Vorhöfe auch einmal beträchtlich ausgedehnt werden, durch ihre Contraction kommen sie doch wieder auf ihre früheren Durchmesser zurück.

Nicht weniger in die Augen fallend ist die Wirkung der Ventrikel. Sie sollen das aus dem venösen Theile des Gefäßsystems in ihre Höhle geförderte Blut in die Arterien übertreiben. Oft hat man angenommen, daß diese Wirkung nicht vollständig erreicht werde, und bei der frühern Ansicht über die Wirkung der venösen Klappen mußte es auch sehr wahrscheinlich bleiben, daß immer etwas Blut in den Ventrikeln zurückbleibe, weil in der Systole beim Offenbleiben der venösen Mündung entgegengesetzte Wandungen mit ihren inneren Flächen sich nicht berühren können. Wir haben indessen oben zu zeigen versucht, daß durch die Klappe eine vollkommene Entleerung der Kammern möglich wird, und es kommt nur darauf an weiter nachzuweisen, daß sie factisch ist.

Die oben beschriebenen Farbenveränderungen des Herzens entscheiden auf die leichteste Weise in vielen Fällen wenigstens die Sache. Beim jungen Hühnchen kann man in der ersten Woche der Bebrütung und länger jeden Blutstropfen beim Durchgange durch das Herz verfolgen, und erhält die Ueberzeugung, daß auch nicht die geringste Menge in den Kammern bei der Zusammenziehung zurückgelassen wird. Am Froschherzen ist die unmittelbare Beobachtung gleich bestimmt. Die Herzen von neugebornen Säugethieren lassen ebenfalls keinen Zweifel übrig. Den rechten Ventrikel, in welchem man ein Zurückbleiben von Blut am ersten vermuthen dürfte, sehen wir vollkommen erblassen, und wenn dieser sich entleert, muß der linke gewiß ebenso vollständig auf sein Contentum austreibend wirken.

Die Ergebnisse von Sectionen sprechen ebenfalls für die ausgesprochene Meinung. Man findet hier den rechten Ventrikel nie leer, und kann es nicht erwarten, weil beim Sterben durch das Aufhören der Respiration das Blut in den Lungen stocken und folglich in dem rechten Herzen sich ansammeln muß. Selbst bei geschlachteten Thieren, wo die große Menge Blutes aus den Halsvenen entleert wird, findet sich nach unseren Beobachtungen wenigstens immer Blut im rechten Ventrikel. Im linken Ventrikel dagegen findet man schon nach Sömmerring's Angabe bei Menschen, die eines plötzlichen Todes gestorben sind, kein Blut, und in einzelnen Fällen habe ich gleiche Beobachtungen gemacht. Der linke Ventrikel am Herzen geschlachteter Thiere enthält meistens kein Blut, und nur ausnahmsweise haben wir darin Blutgerinnsel, die aber immer unbedeutend waren, gefunden. Es scheint hierbei sehr auf die Todesart anzukommen. Im Herzen von Thieren, welche auf der Jagd getödtet waren, habe ich nämlich selten den linken Ventrikel leer gefunden. Gewöhnlich ist jedoch auch hier das Gerinnsel nicht sehr beträchtlich, und findet sich selten außer dem Bereiche der Klappen. Manchmal findet man indessen das Blut ähnlich geronnen, wie es beim Schlage gerinnt,

und dann umgeben die feinen dünnen Faserstofffäden die Sehnen der zweiten und selbst der dritten Ordnung, so daß es mitunter unmöglich ist, die Klappe zu entwickeln. Dieses Verhältniß scheint sich bei längerer Dauer des Todeskampfes zu finden, wenigstens in mehren Fällen konnte ich durch glaubwürdige Jäger das Zusammentreffen beider Umstände constatiren. Wir führen aber absichtlich hier diese Beobachtungen an, da es in der gerichtlichen Medicin sehr oft darauf ankommt, die Dauer des Todeskampfes zu bestimmen, und sich diese Bestimmung vielleicht aus dem angegebenen Verhalten der Blutgerinnsel geben läßt. Sei dem, wie ihm wolle, wenn es sich einmal nach dem Tode findet, daß der linke Ventrikel leer ist: so findet er sich hier unter Verhältnissen leer, welche den Schluß in jeder Hinsicht rechtfertigen, daß er sich bei jeder Systole völlig entleere, und bei Zusammenstellung der angegebenen Momente kann dasselbe überhaupt von dem ganzen arteriellen Herzen behauptet werden.

Die Quantität Blutes, welche von jedem Ventrikel ausgeworfen wird, beträgt ungefähr 2 Unzen, wie schon Harvey angegeben hat. Man hat wohl hin und wieder angenommen, daß der linke und rechte Ventrikel eine verschiedene Capacität besäßen, doch mag diese Behauptung hauptsächlich durch Messung in nicht ganz normalen Fällen ihren Grund haben. Die verschiedenen Meinungen sind sehr vollständig in E. H. Weber's Anatomie angegeben und beurtheilt, weßhalb wir hier auf das betreffende Werk verweisen. Bemerkenswerth finden wir es indessen, daß die medicinische Section der British Association von 1839—40 besonders erklärt, daß die Capacität beider Herzkammern während des Lebens vollkommen gleich sei.

In der Pulmonalarterie, wie in der Aorta, muß also das Blut mit jedem Herzschlage um so viel weiter rücken, als zwei Unzen dieser Flüssigkeit Raum in den bezeichneten Gefäßen einnehmen. Würde nun die Bewegung des Blutes allein vom Herzen abhängig sein: so würde das Blut immer absatzweise in alle Abtheilungen des Gefäßsystems strömen müssen, und die Schnelligkeit des vollständigen Kreislaufes alles Blutes würde weit geringer sein, als sie Hering's Versuche angeben; bei Menschen würde ungefähr in 1—2 Minuten alles Blut durch das Herz gegangen sein. Nach Hering würde aber beim Pferde, wo nur 40 Herzschläge in der Minute sich finden, der Kreislauf sogar in längstens 40 Secunden vollendet sein. Freilich können diese Versuche, worüber wir bereits im Artikel »Aufsaugung« gesprochen, kein absolut richtiges Resultat geben, indessen sie weisen doch wohl nach, daß der Kreislauf der ganzen Blutmasse früher vollendet ist, als in der angegebenen Zeit, wenn man dieselben als genau betrachten darf. Es wäre sehr zu wünschen, daß sie wiederholt und vielfältiger abgeändert wiederholt würden, weil der Widerspruch, in welchem sie zur obigen Annahme stehen, zu groß ist, und entweder ein bedeutender Fehler in der gangbaren Bestimmung der mittlern Blutmenge oder in diesen Versuchen selbst liegt; denn die Zahl der Herzschläge und die Capacität der Kammern sind Größen, die man bei Bestimmungen über die mittlere Schnelligkeit des Kreislaufes als vollkommen bekannt betrachten darf. Da wir erwarten dürfen, daß diese Frage ausführlicher im Artikel »Kreislauf« zur Sprache kommen werde, so möge hier die kurze Andeutung genügen.

Es bleibt nun aber noch die Frage zu erörtern, ob die Kraft des Herzens genüge, um das Blut in allen Abtheilungen des Gefäßsystems zu bewegen? Poiseuille's Versuche werden in dieser Beziehung besonders angeführt. Er bedient sich eines eigenen Instrumentes, des Hämadynamo-

meters, um die Kraft des Herzens zu messen, und findet dieselbe beim Ochsen gleich einem Gewichte von zehn Pfund zehn Unzen und beim Menschen berechnet er sie zu vier Pfund und drei Unzen. Gegen die völlige Zuverlässigkeit der Versuche ließen sich wohl manche Einwendungen machen; denn die daraus abgeleiteten Behauptungen sind oft nichts weniger als einleuchtend. Wenn Poiseuille z. B. schließt, daß das Blut in allen Abtheilungen des arteriellen Systems sich mit derselben Kraft bewege: so hat gewiß ein Irrthum beim Versuche stattgefunden, weil in den Arterien die Kraft des Herzens nicht bloß zur Bewegung des Blutes, sondern auch zur Erweiterung der Gefäße verwendet wird, und demnach nicht überall gleich sein kann. Ebenso schwer ist es glaublich, daß die Kraft und die Bewegung des Blutes in Arterien von gleichem Durchmesser beim Hund und Pferde gleich seien, und Hales hat wirklich das Gegentheil behauptet, gestützt auf Versuche. Sei dem, wie ihm wolle, so haben die Versuche von Poiseuille doch für die Lehre vom Kreislauf keine große Bedeutung, weil aus der Kenntniß der absoluten Kraft des arteriellen Herzens noch nicht gefolgert werden kann, daß gerade dieser Kraftaufwand hinreichend sei, das Blut in allen Abtheilungen des Gefäßsystems zu bewegen.

Die älteren Versuche von Hales sind jedenfalls zweckmäßiger. Es brachte dieser Beobachter eine $4\frac{1}{2}$ Fuß lange senkrechte Glasröhre mit ihrem einen gekrümmten kupfernen Ende in die Halsschlagader eines lebenden Hundes in der Richtung nach den Aesten derselben und befestigte sie daselbst. Durch das andere trichterförmige Ende wurde die Röhre mit Wasser gefüllt und durch Nachgießen voll erhalten. Gleichzeitig ließ Hales das Blut durch die Jugularvene abfließen und es zeigte sich, daß dasselbe im Verlauf des Versuches immer mehr mit Wasser verdünnt ausfloß. Nach dem Tode des Thieres wurde das Ausfließen schwächer, doch floß wieder mehr Flüssigkeit aus der Vene, als das $4\frac{1}{2}$ Fuß lange Rohr durch ein $9\frac{1}{2}$ Fuß langes ersetzt wurde. In diesem Versuche wurde das Wasser durch einen gleichen Druck, wie ihn das Blut in der bezeichneten Arterie erleidet, beim lebenden Hunde in die Venen übergetrieben; denn in einer leeren Röhre, welche in den durchschnittenen mit dem Herzen noch in Verbindung stehenden Stamm der Carotis eingebracht wurde, stieg das Blut $4\frac{1}{2}$ Fuß, in manchen Fällen sogar noch höher. Der Versuch beweis't demnach, daß die Kraft des Herzens im lebenden Thier vorzugsweise den Kreislauf vermittelt.

Am einfachsten hat jedenfalls aber Magendie die Wirkung des Herzens in allen Abtheilungen des Gefäßsystems mit folgendem leichten Versuche nachgewiesen. Die Schenkelarterie und Schenkelvene wurde bei einem Hunde nahe der Schenkelbuge bloßgelegt. Unter denselben führte Magendie ein Band durch, womit er den Schenkel zusammenschnüren konnte, ohne die bezeichneten Gefäße zu comprimiren. Darauf wurde die Vene unterbunden und als sie vom Blute stärker angeschwollen unterhalb der Ligatur angestochen. Das Blut spritzte in einem ziemlich hohen Strahle daraus hervor. Sobald die Arterie nun auch comprimirt wurde, hörte das Ausfließen des Blutes nach wenig Augenblicken auf. Daraus folgt denn, daß weder in den Arterien, noch in den Capillargefäßen, noch in den Venen zureichende Kräfte für die Bewegung des Blutes existiren, sondern die Quelle der Kraft für die Bewegung ist die Zusammenziehung des arteriellen Herzens.

Trotz dieser Versuche, die immer ein sehr bestimmtes Resultat geben, behauptet Magendie und viele Physiologen, daß das Herz nicht bloß als

Druckwerk, sondern auch als Saugwerk wirke. Bei der Erweiterung des Herzens soll das Blut aus den Venen vom Herzen angezogen werden und in Liebig's Schrift »Die Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie« wird sogar mit dieser Saugkraft des Herzens noch außer dem Venenblute auch Chylus und Lymphe bewegt und in das lymphatische Gefäßsystem hereingezogen.

Ursprünglich gründet sich die Idee einer Saugkraft des Herzens auf die Meinung, welche man von dem Zustande des Herzens in der Diastole hegte. Die älteren Schriftsteller folgen fast alle dem Galen'schen Irrthume, daß es Fasern am Herzen gebe, durch deren Wirkung das Herz erweitert werde. Es entsteht daher die Erweiterung des Herzens nach der Systole plötzlich und in das erweiterte Herz strömt das Blut. Kein Wunder, daß man bei diesem Glauben eine Saugkraft annahm! Schon Harvey leugnete indessen, daß die Erweiterung des Herzens durch Muskularaction entstehe und seine Stimme ist endlich durchgedrungen, aber die Idee einer saugenden Wirkung des Herzens scheint der Nothanker für die Erklärung des Blutlaufes in den Venen geworden zu sein. Sie blieb zurück und ist bis auf unsere Zeiten sehr allgemein angenommen.

Die Erscheinungen der Herzthätigkeit sind dieser Annahme vollkommen entgegen. Einmal sind die Vorhöfe nie völlig leer und können es nie werden, so lange wenigstens nicht, als die Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel nicht durch bloße Contraction der Muskeln aufgehoben wird. Beobachtung und Raisonnement sind hier vollständig im Einklange. Wie soll nun das Herz saugend auf die Venen wirken, wenn die Vorhöfe immer gefüllt sind?

Es ist ferner durchaus gegen das, was Beobachtung lehrt, wenn man annimmt, die Ventrikel würden nach der Contraction noch vor dem Einströmen des Blutes erweitert. Die Umfangszunahme des Herzens in der Diastole erfolgt nur allmälig, und beim Amphibienherzen und dem Herzen von Hühnerembryonen ist es ein Resultat der unmittelbaren Beobachtung, daß das Blut die Erweiterung hervorbringt. Es kann auch durch Erschlaffung der Muskelfasern die Höhle in den Kammern nicht hergestellt werden; wie die Wandungen derselben am Ende der Systole liegen, müssen sie bei der beginnenden Erschlaffung liegen bleiben, wenigstens lehrt dieses die Analogie der übrigen Muskeln. Wenn der Arm durch die Contraction der Oberarmmuskeln gebogen wurde, so wird er nimmermehr wieder gestreckt durch die Erschlaffung derselben Muskeln, sondern die erschlafften Muskeln setzen der Streckung nur kein Hinderniß entgegen. So wirken auch die Muskeln des Herzens und nicht anders; die erschlafften Kammerwandungen setzen dem Eindringen des Blutes kein Hinderniß entgegen und das Herz wird dadurch erweitert, nicht durch die Erschlaffung selbst.

Die einfachste Beobachtung zeigt uns, daß eine Saugkraft nicht existiren könne, und das Experiment weis't wirklich nach, daß sie nicht existirt. Wo man auch eine Vene am ganzen Körper unterbinden und anstechen mag, so strömt aus dem mit den Capillargefäßen verbundenen Stücke das Blut aus, ohne daß das Herz darauf einwirkt, und aus dem noch mit dem Herzen verbundenen Stücke wird das Blut nicht mit einemmale ausgesaugt. Noch mehr läßt sich nachweisen, daß auch keine Saugkraft auf das Contentum des ductus thoracicus einwirkt. Unterbindet man nämlich dieses Gefäß bei seiner Einmündung in die vena subclavia bei einem größern vorher gut gefütterten Thiere und sticht es unterhalb der Unterbindungsstelle an, so fließt

der Chylus ziemlich rasch und stark aus. Wenn es sich aber auch nachweisen ließe, daß im Leben der Chylus stärker und rascher im ductus thoracicus ströme, man dürfte doch noch keine Saugkraft des Herzens annehmen, weil die Beschleunigung der Chylusbewegung noch einer andern Erklärung fähig wäre. Der Strom des Blutes in der Vene, mit welcher der ductus thoracicus verbunden ist, kann nämlich und wird anziehend auf das Contentum des letztern einwirken müssen, wie Versuche, in welchen man Flüssigkeiten in ähnliche Verhältnisse bringt, darthun.

Die Versuche, welche man demnach wirklich für die Saugkraft des Herzens anführt, müssen auf Täuschung beruhen, und es scheint allerdings der Fall zu sein. Wedemeyer und Günther öffneten bei einem Pferde die vena jugularis, nachdem ihr peripherisches Ende unterbunden war. In das geöffnete centrale Ende wurde ein Katheter gesteckt, der mit einer gebogenen Glasröhre verkittet war. Die absteigende längere Branche der Glasröhre wurde in ein Glas mit Wasser gehalten. Anfangs traten Inspiration und Herzschlag fast gleichzeitig und gleichschnell 30mal in der Minute ein, ebenso häufig stieg das gefärbte Wasser zwei und mehre Zoll in der Glasröhre rasch auf und sank dann jedesmal auf seinen frühern Standpunkt zurück. Allmälig wurden die Inspirationen doppelt so häufig als die Pulsschläge, und nun sahen Wedemeyer und Günther lange Zeit, daß die Flüssigkeit nicht bei jeder Inspiration, sondern bei jedem Pulsschlage und mithin gleichzeitig bei jeder Erweiterung des Vorhofes aufstieg. Es ist bei diesen Versuchen unmöglich folgenden Fehler zu vermeiden. Bei jeder Contraction des Vorhofes wird nämlich das Blut in die großen Venenstämme zurückgetrieben, und bei Hunden mittlerer Größe ist die Undulation, welche in den Venen entsteht, wenigstens so stark, daß man dieselbe bis in die jugularis bequem verfolgen kann. Sobald die Contraction aufhört, muß nothwendiger Weise das Blut in größerer Menge wieder dem Herzen zuströmen. In der Glasröhre bei dem Versuche von Wedemeyer muß also bei der Contraction der Vorhöfe das gefärbte Wasser fallen, und nach der Contraction der Vorhöfe steigen, und wie sind nun diese Phänomene von der saugenden Wirkung des Herzens zu unterscheiden, vorausgesetzt, daß die letztere wirklich existirte? Die Berücksichtigung der angegebenen Verhältnisse läßt wohl die Behauptung nicht mehr gewagt erscheinen, daß das Herz nur als Druckwerk auf die Blutbewegung wirke. Das Comité der British Association ist bei seinen Versuchen zu demselben Resultate gelangt.

Am Schlusse dieses Abschnittes möchte es nicht überflüssig erscheinen, die Erscheinungen des Herzschlages übersichtlich zusammenzustellen, da die besondere Betrachtung jedes einzelnen Phänomens es oft hindert, daß man sich ein treues Bild des Ganzen macht.

In dem Momente, wo die Anfüllung des Herzens den möglichen Grad erreicht hat, contrahiren sich die Vorhöfe, indem die Contraction an den Venenmündungen beginnt und an der Basis des Herzens aufhört. Die Auricula wird dabei blaß, der Vorhof überhaupt aber nur enger, und das Klappensegel an der venösen Mündung der Kammern verstellt und etwas gehoben. Die Thätigkeit des Vorhofes dauert nur einen Augenblick und unmittelbar, ohne daß irgend ein meßbares Zeitmoment dazwischen läge, folgt die Contraction der Ventrikel, durch welche die schon eingeleitete Bewegung in der venösen Klappe durch den Blutdruck vollendet und die venöse Mündung des Ventrikels geschlossen wird. Zu gleicher Zeit öffnet sich aber das gedrängte Blut eine Bahn gegen die Arterien, indem es die arterielle

Klappe aus einander drängt, ihre Taschen entleert und sie zur Seite an die Arterie anlegt. Das Herz hebt sich und wendet sich nach links, wobei es mit einem fühl- und hörbaren Schlage die Brust erschüttert, es wird in allen seinen Durchmessern kleiner und das Blut vermag es vollkommen aus seinen Höhlen zu treiben, weil bei dem Herabrücken der venösen Klappe in die Ventrikel durch den Blutdruck vom Vorhofe aus auch die kleinste Quantität Blutes in den Ventrikeln unter den Druck der Wandung gesetzt wird. Während der Dauer dieser Thätigkeit wird ununterbrochen das Geräusch gehört, welches man als das erste bezeichnet. Sobald alles Blut entfernt ist, tritt die Erschlaffung ein. Das Blut in den Arterien wird durch die sich contrahirende Faserhaut derselben gegen die arteriellen Klappen geworfen, hebt dieselben auf und verschließt sich den Rückgang, und im Anfang der Erschlaffung wird schnell auf das erste folgend das zweite kurze Geräusch vernommen. Die Wandungen der Ventrikel, welche um die venöse Klappe herumliegen, werden jetzt durch das Blut, welches zwischen der Klappe hervorbricht, von der hintern Fläche der Klappe abgehoben und die Kammern füllen sich wieder. Das Herz wendet sich wieder nach rechts und gegen die Wirbelsäule, es schwillt nach und nach in allen seinen Durchmessern an, zuletzt werden die Vorhöfe sehr ausgedehnt, namentlich schwellen die Herzohren so an, daß sie neben den großen Arterien hervortreten und nun folgt wieder die Contraction in den Vorhöfen und alle beschriebenen Phänomene wiederholen sich.

Die Ursache der Herzthätigkeit.

Nach der Kenntniß aller Einzelheiten des Herzschlages, wie sie die Beobachtung bietet, müssen wir uns der Frage zuwenden, wodurch die unaufhörliche Wiederholung der geschilderten Erscheinung in derselben festen unwandelbaren Ordnung vom ersten Auftreten des Herzens bis zum Tode bedingt sei? Die Frage hat zu allen Zeiten das lebhafteste Interesse geboten und groß ist die Zahl der Ansichten, welche darüber nur allein Haller gesammelt. An Interesse kann die Frage auch nie verlieren, weil an die Beantwortung derselben sich die Lösung einer großen Menge Probleme der Diagnostik und Therapie knüpfen, aber die älteren Meinungen haben fast allen Werth verloren; denn die neueren Entdeckungen, namentlich im Gebiete der Nervenphysiologie, haben uns auf einen ganz andern Standpunkt gestellt. Von diesem aus wollen wir im Folgenden einen Versuch zur Erklärung des Herzschlages wagen, und die Schwierigkeit der an sich sehr verwickelten Sache wird hoffentlich das Urtheil über das Unternehmen etwas mildern, zumal da sie noch durch die beträchtliche Menge der allerverschiedensten Ansichten um ein Erkleckliches erhöht wird.

Die Untersuchungen lassen wir in drei Abschnitte zerfallen, und stellen hier die Erklärung des Herzrhythmus voraus, und lassen dann die Erklärung über den Herzstoß und die Geräusche folgen.

1) Vom Rhythmus des Herzens.

Die Aufgabe, die Ordnung in dem Zusammenziehen der einzelnen Abtheilungen des Herzens zu erklären, führt uns zunächst darauf, die Eigenschaften der Herzmuskeln zu untersuchen. Ein Herz, welches aus dem Körper

und aus aller organischen Verbindung gerissen ist, schlägt noch eine längere oder kürzere Zeit fort, während kein Glied des Körpers, im frischesten Zustande, nach der Trennung von demselben, durch seine Muskeln mehr bewegt werden kann.

Es liegt sehr nahe, einen Unterschied in den Muskelfasern des Herzens und den sogenannten animalen Muskeln zu suchen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt indessen, daß ein solcher nicht existirt; die Fasern des Herzens sind fast vollkommen den animalen in allen Punkten gleich. Dieselben chemischen Bestandtheile finden sich hier wie dort, und der Unterschied zwischen der Reizbarkeit beider Gattungen ist nur scheinbar.

Dieselben Reize, welche auf Muskeln überhaupt wirken, wirken auch auf das Herz. Volta hat vom galvanischen Reize behauptet, er wirke nicht auf das Herz, und Valli, Klein, Pfaff, Behrends, vor allen Bichat stimmten ihm bei; allein Humboldt, Fowler, Nysten und viele Andere zeigten die Unzulässigkeit der angegebenen Thatsache und später treffen wir oft sogar die umgekehrte Meinung, nämlich: der Galvanismus wirke besser auf das Herz als andere Reize. Jetzt möchte es ganz unnöthig erscheinen, noch anzuführen, daß man dasselbe bestätigen könne, weil Jeder aus eigener Anschauung davon überzeugt ist.

Die Nerventhätigkeit kann man ebenfalls als Reiz für die Muskeln betrachten, und die Frage, ob durch die Nerven Zusammenziehung am Herzen hervorgebracht werden kann, ist für unsere Untersuchungen sehr wichtig. Humboldt hat durch Reizung (mittelst Galvanismus) der nervi cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen. Burdach armirte bloß das Halsstück des sympathischen Nerven und das untere Halsganglion und hat damit Verstärkung des Herzschlages bei einem eben getödteten Kaninchen hervorbringen können. Selbst durch Betupfen mit Kali causticum konnte Burdach vom Halstheil des sympathischen Nerven aus den Herzschlag beschleunigen. Bei Kaninchen wollte der Versuch J. Müller nicht gelingen, und ich gestehe, daß er mir in gleicher Weise nicht gelungen ist; nur einmal bei einem Hunde, der so eben getödtet war und wo die Herzbewegungen sehr schwach wurden und in längeren Intervallen erfolgten, brachte Ziehen an dem nervus sympathicus und vagus der einen Seite in dem Augenblicke der Reizung kräftige Zusammenziehungen des Herzens, die eine kurze Zeit sich fortsetzten, aber immer schwächer wurden, hervor. Durch Reizung des vagus allein habe ich ähnliche Erfahrungen nicht gemacht, weil ich an meine Versuche die Ansprüche machte, daß die Contractionen des Herzens im Momente der Reizung eine Veränderung erleiden müßten, wenn sie zu einem Schlusse berechtigen sollten. Allein ich habe oft gesehen, daß nach Reizung dieser Nerven sich der Herzschlag wieder lebendiger zeigte, nur konnte es nicht so als unmittelbare Folge der Reizung selbst, wie im oben angegebenen Versuche betrachtet werden. Valentin und Volkmann haben nach Reizung des accessorius Willisii in der Schädelhöhle Veränderungen des Herzschlages beobachtet, und es möchten daher Beobachtungen genug vorliegen, die zu dem Schlusse berechtigen, »daß der Nervenreiz auf das Herz, wie auf alle anderen Muskeln einwirke«. Wir erinnern aber hier besonders, daß man diese Versuche, um zu einer Ueberzeugung gelangen zu können, sehr oft anstellen, und daß man sich vorher vor allen Dingen mit dem Herzschlage selbst sehr vertraut machen muß.

Besonders überraschend ist für mich die Erfahrung gewesen, daß auch die sogenannten narkotischen Arzneimittel in ihren Wirkungen auf das Herz

sich ganz wie bei den animalen Muskeln verhalten. Blausäure vernichtet sehr schnell die Irritabilität in den animalen Muskeln, und das Herz zieht sich auch nur sehr kurze Zeit nach dem Tode durch dieses Mittel noch zusammen. Strychnin wirkt außerordentlich heftig auf alle animalen Muskeln ein, und wenn man einem Kaninchen eine Dosis von 4 — 5 Gr. dieses Mittels beibringt, so kann man sich auch überzeugen, daß das Mittel sehr heftig auf das Herz einwirkt. In einem solchen Falle zieht sich das Herz fast unaufhörlich zusammen, die künstliche Respiration ändert den Herzschlag nicht, und die Ordnung, in welcher sich sonst Vorhöfe und Kammern contrahiren, scheint fast völlig aufgehoben. Kleinere Gaben haben allerdings diese Wirkung nicht, allein wenn sie in kürzerer Zeit tödtlich werden: so kann man doch durch die künstliche Respiration nicht auf den Herzschlag so einwirken, wie bei anderen Mitteln und anderen Todesarten. Das Opium verändert den Herzschlag nicht in dem Grade, wie das Strychnin, und wirkt auch nicht so heftig auf die animalen Muskeln; Coniin und Atropin wirken gar nicht auf die Reizbarkeit des Herzens, wie sie auch nicht die Reizbarkeit der animalen Muskeln vermehren oder herabsetzen. Die Erfahrungen über diese und mehre andere Mittel, welche wir an einem andern Orte ausführlicher mittheilen werden, sind zwar mit anderen im Widerspruche, da z. B. behauptet wird, daß Strychnin die Thätigkeit des Herzens gar nicht verändere, allein wir haben dieselben zu oft wiederholt, als daß wir an einen Irrthum glauben könnten.

Einen weitern Unterschied zwischen der Reizbarkeit des Herzens und der animalen Muskeln hat man darin gesucht, daß das Herz längere Zeit reizbar bleibe. Unter gewissen Bedingungen muß man die Behauptung zugeben; es ist die Angabe von Nysten, daß die auricula dextra am längsten bei Säugethieren unter allen Muskeln Contractionen zeige, vollkommen richtig, wenn man das Herz ganz in seinen Verhältnissen beobachtet. Sehr früh verliert indessen das Herz seine Reizbarkeit in allen seinen Theilen, sobald man es aus dem Körper herausschneidet. Bei Fröschen kann man noch lange Zuckungen in den Schenkelmuskeln erregen, wenn längst das ausgeschnittene Herz nicht mehr schlägt. Bei Säugethieren zeigen sich ohnehin nach der Entfernung des Herzens aus dem Körper selten noch rhythmische Contractionen, und die Zusammenziehungen überhaupt hören an allen Abtheilungen sehr schnell auf. Im Körper selbst kann man auf gleiche Weise die Zeit sehr verkürzen, binnen welcher das Herz nach dem Tode noch schlägt, sobald man bei Vivisectionen nur die Venenstämme öffnet und das Blut entleert. Diese Erfahrungen, welche Jeder leicht machen kann, lassen sich nun nicht anders deuten, als daß man die längere Dauer der Reizbarkeit am Herzen unter den angegebenen Bedingungen davon ableitet, daß das Herz länger als andere Muskeln in seinen normalen Verhältnissen bleibt. Am längsten bleibt die auricula dextra in Verhältnissen, welche der Erhaltung der Reizbarkeit günstig sein müssen, weil sie nicht blutleer werden kann, wie es das linke Herz sehr bald wird, und sie schlägt daher auch am längsten. Man kann überhaupt auf die Dauer der Reizbarkeit am Herzen einen großen Einfluß üben. Es wird sehr häufig bei Versuchen in Folge der Verdünstung die Oberfläche des Herzens trocken, und in diesem Falle sind die Contractionen sehr selten und hören bald ganz auf; wird ein solches Herz dagegen mit warmen Wasser befeuchtet, und wiederholt man dieses Verfahren so oft es nöthig ist, so kann man das Herz sehr lange reizbar erhalten. Genau genommen kann die ausgesprochene Behauptung, daß nicht die Muskelreizbarkeit des Herzens länger dauert, als bei anderen muskulösen Gebilden, sondern bloß die Bedingungen, unter welchen sich die Reizbarkeit länger erhält, sich am Herzen länger finden,

als anderswo, durch nichts besser erwiesen werden, als durch die Wirkung der künstlichen Respiration. Durch dieses Mittel wird der Blutlauf noch in einer gewissen Regelmäßigkeit erhalten, und wie man auch sonst die Wirkung erklären mag, so muß man wenigstens zugeben, daß unter solchen Umständen der normale Reiz weit länger auf fast ganz normale Weise auf das Herz einwirkt, als dieses bei anderen Muskeln der Fall ist.

Es bleibt daher nach Berücksichtigung dieser Verhältnisse dem Herzen nur die Eigenthümlichkeit, daß es sich auf Reize rhythmisch zusammenzieht. Dieser Punkt bedurfte einer besondern Aufmerksamkeit bei der Untersuchung, und wir haben uns vielfältig damit beschäftigt, denselben aufzuklären. Die gewöhnliche Angabe ist, daß sich das Herz immer rhythmisch contrahire, im Körper und außerhalb des Körpers, und für eine gewisse Zeit nach dem Tode ist sie vollkommen gültig. Man mag bei Unterhaltung der künstlichen Respiration, in dem Momente, wo die Bewegungen langsamer werden und in größeren Intervallen erfolgen, das Herz reizen, wo und wie man will, oder auf die Herznerven Reize anwenden, immer tritt zuerst die Contraction im Vorhofe auf und geht dann auf die Ventrikel über. Nicht ganz so verhält sich die Sache am Ende der Versuche. Es giebt hier eine Periode, wo man bei Reizung irgend einer Stelle des Herzens nur Contractionen der gereizten Höhle erregt, selbst nur Contractionen an einem Theile dieser Höhle. Am ausgeschnittenen Herzen kann man sich viel leichter von der Thatsache überzeugen, weil man hier nicht die Contractionen des rechten Vorhofes mit zu beachten hat. Nimmt man ein ausgeschnittenes Herz eines Säugethieres in die Hand und reizt einen Ventrikel, am besten durch Eis oder sehr kaltes Wasser, so wird dieser Ventrikel oder das ganze arterielle Herz fester, die Vorhöfe bleiben schlaff, ja wenn man die richtige Zeit trifft: so kann man auf solche Reize auch ganz locale Zusammenziehungen der Muskelpartie eines Ventrikels beobachten. Die Untersuchungen ergeben also, daß am Herzen die *Fähigkeit, auf Reize rhythmische Bewegungen zu zeigen, früher erlischt, als die Fähigkeit der Muskelfasern, sich zusammenzuziehen*, und dieses Resultat möchte leicht der Schlüssel für eine genaue Erklärung des Herzrhythmus überhaupt werden. Wir sehen nämlich bei einigen Muskelpartien des Körpers etwas ganz Analoges. Die Schlundmuskeln ziehen sich bei einem Thiere, welchem man das große und kleine Gehirn durch irgend eine Verletzung in ihren Wirkungen zerstört hat, noch eine Zeitlang auf Reize, welche die Schleimhaut oder irgend eine Partie des Schlundes treffen, immer in der Ordnung zusammen, in welcher sie beim wirklichen Schlingen thätig sind. Diese Fähigkeit verliert sich indessen sehr bald, und dann kann man durch Reizung der Muskeln diese selbst auch in Contractionen versetzen, die nur local sind und die gereizte Stelle betreffen. So verhält es sich mit den Muskeln des Afters beim Frosche nach der Decapitation. Nach einem Reize wird der After beigezogen, und sehr lange kann sich diese Bewegung erhalten. Es giebt aber eine Zeit, wo man diese Bewegung nicht mehr erhält, und wo man noch die bloßgelegten Muskeln, von denen sie abhängt, einzeln in Contraction durch Reize versetzen kann. Am deutlichsten kann man bei Eidechsen ein hierhergehöriges Phänomen wahrnehmen. Trennt man hier den Kopf vom Rumpfe in einiger Entfernung vom Hinterhauptsloche: so zeigen sich, wie wir an einem andern Orte bereits mittheilten, noch die lebhaftesten Respirationsbewegungen am Kopfe und Halse. Hören dieselben auf, so ruft ein Reiz sie eine Zeitlang wieder hervor, und wenn sie endlich nicht

mehr eintreten: so ist doch die Reizbarkeit der einzelnen Muskeln noch nicht erloschen.

Wir könnten ähnlicher Erscheinungen noch viele aufführen, indessen die angeführten reichen zum Zwecke hier vollkommen aus. Versuche belehren uns, daß in den angegebenen Fällen die Fortdauer der rhythmischen Bewegungen nicht von den Muskeln, sondern von Centralgebilden des Nervensystems abhängig sind. Es ist ein ebenso ausgemachter Satz, daß die Centralgebilde des Nervensystems weit früher ihre Eigenschaften und Kräfte bei der Decapitation und nach Vergiftung verlieren, als die Muskeln. Das Herz verhält sich, wie wir zeigten, ganz analog; es verliert die Fähigkeit zu combinirten Bewegungen früher, als die Muskelreizbarkeit überhaupt erlischt. Nun möchte schwerlich der Schluß abzuweisen sein, daß an dem Herzen die Combination der Bewegung der verschiedenen Abtheilungen nicht als Folge der Reizbarkeit seiner Muskelmasse, sondern als Folge der Verbindung dieser Muskelmasse mittels der Nerven mit Centralorganen des letztern Systems angesehen werden müsse. Um so weniger können wir uns dieser Folgerung entziehen, weil im Vorausgegangenen nachgewiesen wurde, daß das Herz sich gegen Reize und auch gegen den Nervenreiz ähnlich verhalte, wie andere Muskeln. Für die Erklärung des Herzrhythmus sind damit alle Hypothesen ausgeschlossen, welche denselben auf die Eigenthümlichkeit der Irritabilität des Herzens zurückführen, Meinungen, welche besonders Haller durch seine Auctorität gestützt hat.

Sehr leicht ist es noch nicht, das Centralorgan zu bestimmen, von welchem die Combination der rhythmischen Bewegungen des Herzens abhängig ist. Willis machte das kleine Gehirn zum motorischen Apparate für das Herz und alle unwillkürlich beweglichen Muskeln. Alle Meinungen indessen, welche das Gehirn und Rückenmark bei den rhythmischen Herzbewegungungen eine Rolle spielen lassen, sind durch das Factum entkräftet, daß sich ein ausgeschnittenes Herz noch rhythmisch zusammenziehen kann. Außerdem liegen fremde wie eigene Versuche genug vor, wo bei Thieren nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes mittelst der künstlichen Respiration der Herzschlag noch lange vollkommen rhythmisch fortdauerte. Die Herzbewegungen müssen daher von den Ganglien abhängig sein. Die Ansicht ist von vielen Physiologen und vorzugsweise von J. Müller sehr bestimmt ausgesprochen worden.

Wo die Ganglien liegen müssen, von welchen die rhythmischen Bewegungen der Vorhöfe und Ventrikel abhängen, kann ebenfalls nicht zweifelhaft sein; sie müssen am Herzen selbst sich finden. Auch Müller sagt: »die Herznerven können noch einen Theil des belebenden Einflusses enthalten, selbst derjenige Theil derselben, welcher noch in einem ausgeschnittenen Herzen enthalten ist.« Die Annahme hat nichts gegen sich; denn untersucht man die Nerven in der Nähe des Herzens an den großen Arterien: so findet man daselbst Geflechte, denen man den Namen gangliöse Geflechte nicht weigern kann. Es kommt aber selbst die Ganglienbildung an kleineren Aesten und Zweigen, die in der Muskelsubstanz des Herzens verlaufen, vor, wie Remak zuerst nachwies und Joh. Müller, in der neuesten Zeit noch Volkmann und Bidder bestätigten. Auf experimentalem Wege läßt sich die Sache nicht verfolgen und man müßte sich bloß damit begnügen, die Wahrscheinlichkeit der Annahme auf die gegebene Weise darzuthun, wenn nicht ein pathologischer Fall jedes weitere Experiment überflüssig machte. J. Heine theilte denselben in Müller's Archiv mit (Jahrgang 1841 S. 234), nachdem er die Beobachtung mit Rokitansky, Skoda, Kolletschka

und Gutbrod im Wiener Krankenhause zu machen Gelegenheit hatte. Es zeigten sich nämlich bei einem Manne, wo der nervus cardiacus magnus unterhalb des Aortenbogens in einen haselnußgroßen schwarzen Knoten eingewebt und vor seinem Eintritt in denselben verdickt war, periodische Intermittenz des Herzschlages. Hinge der Herzschlag von höher gelegenen Ganglien ab, so würde nicht periodische Intermittenz in diesem Falle eingetreten sein, sondern vollkommene Unterbrechung. Heine hat bereits auch selbst den Schluß daraus gezogen, daß die Nerven am Herzen selbst oder vielmehr der specifische Einfluß der Nerven in der Herzsubstanz es sei, von welchem die Contractionen des leeren und ausgeschnittenen Herzens abhängig wären.

Schon von älteren Physiologen wurden ähnliche Meinungen vorgetragen und selbst noch weiter ausgeführt. Johannes de Gorter glaubt, der beständige Wechsel zwischen Systole und Diastole der Herzhöhlen rühren daher, daß bei der Zusammenziehung der Muskelfasern die Nerven gedrückt würden, der Muskel sich somit in der Contraction des belebenden Einflusses derselben selbst beraube und daher bald erschlaffen müsse. Die erschlafften Fasern erfahren aber auf's Neue den Einfluß der entfesselten Nerven und müssen deßhalb bald wieder in Contraction gerathen. Aehnliche Verhältnisse finden sich in jedem Muskel und nach dieser Theorie müßte sich auch jeder Muskel ähnlich wie das Herz verhalten.

Eine äußerst sinnreiche Hypothese, wie durch die Ganglien des Sympathicus der Rhythmus der Herzbewegungen zu erklären sei, gab J. Müller. Wir theilen die ganze Stelle mit; nachdem nämlich Müller gezeigt hat, daß eine continuirliche Bewegung einer imponderablen Materie in eine periodische umgewandelt werden kann, an dem elektrischen Fluidum, heißt es weiter: »Man hat die Ganglien des Sympathicus öfters mit Halbleitern verglichen. Wir haben gesehen, daß das Nervenprincip in den sympathischen Nerven sich viel langsamer, als in den animalen bewegt; dieses ist eine Thatsache. Denn wenn das ganglion coeliacum des Kaninchens, dessen bloßgelegter Darm seine an der Luft anfangs verstärkten Bewegungen wieder eingestellt hatte, mit Kali causticum betupft wurde, so entstanden nach einigen Secunden erst verstärkte peristaltische Bewegungen des Darmes, welche viel später erst ihr Maximum erreichten und überhaupt sehr lange dauerten. Diese langsamen Bewegungen des Nervenprincipes in dem sympathischen Nerven zeigen ein Hinderniß der Leitung an, welches in den animalen Nerven nicht vorhanden ist, bei denen die Reaction des Muskels mit unmeßbarer Geschwindigkeit auf die Reizung des Nerven folgt. Man kann also die sympathischen Nerven in der That mit Halbleitern oder Halbisolatoren vergleichen, mag nun die aufhaltende oder isolirende Ursache in den Ganglien oder den Nervenfasern selbst liegen. Dieses zugegeben, so ist auch ersichtlich, warum der Uebergang des Fluidums periodisch erfolgt oder sich periodisch verstärkt. Die als Halbleiter wirkenden gangliösen Theile des Sympathicus werden das Nervenfluidum als Halbleiter zu binden suchen. Der allgemeine, der peripherischen Verbreitung der Nerven folgende Strom strebt hingegen zum Impuls auf die organischen Muskeln. Haben nun gewisse als Halbleiter wirkende Theilchen des nerv. sympathicus eine gewisse Quantität des Nervenprincipes gebunden, so behalten sie dieselben so lange, bis das ihnen zugeleitete Nervenprincip das Maximum erreicht hat, das sie zu binden vermögen, dann geben sie dieses plötzlich an die organischen Muskeln ab, und das Spiel wiederholt sich von Neuem. Wenn ein solcher Proceß in dem nervus sympathicus bis zu seiner peripherischen Verbreitung in den Muskeln stattfindet, so müssen die im

kleinen sich öfters wiederholenden Ganglien als Halbleiter und vollkommene Isolatoren des Nervenprincipes eine Hauptrolle dabei spielen.«

Es lassen sich indessen Einwendungen gegen diese Erklärung machen. Einmal erhält man sehr häufig bei Betupfen des ganglion coeliacum mit Kali causticum ebenso schnell Bewegungen am Darmkanale, als man Zuckungen bei animalen Muskeln, deren Nerven man reizt, sieht, nur sind dieselben nicht gleich so ausgedehnt und stark, wie man sie mehre Secunden nachher wahrnimmt; und wir haben bereits versucht, dieses Phänomen auf eine andere Weise zu erklären [1]. Die Ganglien als Halbleiter oder Isolatoren schlechthin deßhalb zu betrachten, geht auch aus dem Grunde nicht an, weil für eine solche Wirkung keine Analogie unter den übrigen nervösen Centralorganen sich findet. Die Eigenschaften des Ganglienneryen, im normalen Lebensgange das Zustandekommen von Gefühlen zu verhindern, und den Einfluß des Willens auf die organischen Muskeln zu brechen, lassen sich auch erklären, wenn man die Ganglien als nervöse Centralorgane betrachtet, welche ähnliche Eigenschaften, wie das Rückenmark besitzen. Versuche dieser Art liegen ebenfalls vor und wir werden in einem spätern Artikel dieses Werkes darauf ausführlicher zurückkommen müssen; jedenfalls wird die geistreiche Hypothese dadurch unbequem, daß man besondere Centraleigenschaften für die Ganglien dabei annehmen muß.

Die fragliche Erklärung scheint nun ferner nicht ganz zweckmäßig, weil rhythmische Bewegungen des Herzens dabei lediglich von einem Centralorgane abhängig gemacht werden, und das Object der Thätigkeit des Herzens dabei gar keine Rolle spielt.

Bei allen übrigen Bewegungen finden wir etwas Anderes. Die Respirationsbewegungen richten sich nach dem Bedürfnisse und werden durch die Producte der Respiration bestimmt, der Wille hat nur einen untergeordneten Einfluß. Die Bewegungen des Magens und des Darmes richten sich im normalen Leben nach dem Contentum, und man kann Aehnliches von den Bewegungen der Blase und des Uterus behaupten. Wären die rhythmischen Bewegungen des Herzens daher lediglich von Organisationsverhältnissen des Nervensystems abhängig, so würde das Herz das einzige Organ sein, auf welches Reize keinen Einfluß äußerten.

Man hat zu der letzten Behauptung wenigstens scheinbar Gründe. Es wird sehr häufig, fast allgemein, behauptet, das Herz ziehe sich ohne Reize rhythmisch zusammen. Diese Behauptung gründet sich auf die Bewegungen, welche das ausgeschnittene Herz von Amphibien noch zeigt. Aehnliche Bewegungen kommen indessen an anderen Muskeln auch vor. An Schlächterladen sieht man oft die Muskeln frisch geschlachteter Thiere noch lange zucken, und ich habe bei Kaninchen, denen das verlängerte Mark zerstört war, noch lange, fast so lange, wie am Herzen Contractionen des Zwerchfelles wahrgenommen. Auf bloßgelegte Muskeln und auf ein ausgeschnittenes Herz wirken in der That Reize genug ein; die äußere wie die innere Fläche kommt mit der atmosphärischen Luft in Berührung; die letztere verändert das Blut in den Kranzgefäßen, bei den Bewegungen selbst kann auf das Herz die Unterlage mannichfaltig reizend einwirken. Man sagt ferner, das ausgeschnittene Herz ziehe sich unter der Luftpumpe noch regelmäßig zusammen. Diese Thatsache ist eigenthümlicher Art. Kaum kann man sich, wenn man nur irgend die Wirkungen der Luftentziehung sich vorhält, etwas Anderes erwarten, ja man darf in diesem Falle wohl annehmen, daß es gar keinen kräftigern Reiz als die Entzie-

[1] S. Nachträge und Ergänzungen zu Marshall Hall's Abhandlungen rc. S. 179.

hung der Luft gebe. Ein noch reizbarer Froschschenkel zieht sich unter der Luftpumpe auch zusammen, und so lebendig wie das Herz.

Es ist ferner bekannt, daß man einige Versuche anführt, um zu beweisen, daß die Contractionen des Herzens unabhängig von Reizen seien, allein auch diese Thatsachen sind so wenig stichhaltig, wie die Behauptung, daß es Zusammenziehungen des Herzens ohne alle Reizung gebe. Man will nach Unterbindung der Venen- und Arterienstämme die Fortdauer der Herzbewegungen gesehen haben. Wer indessen den Versuch wirklich angestellt hat, wird denselben hier nicht anführen; denn nichts dürfte die Wichtigkeit der Reize für das Herz besser erweisen, als dieser Versuch. Fontana erzählt ferner, daß er die Diastole ungestört ihr Ende habe erreichen sehen, wenn er auch mit Nadeln, Aetzmitteln und glühenden Metallen das Herz gereizt habe. Dagegen ließe sich einwenden, daß der örtliche Reiz, der nur auf eine Stelle einwirkt, das Herz in seinen rhythmischen Bewegungen deßhalb nicht stört, weil die letztere nur auf einen so allgemein wirkenden, wie das Blut, einzutreten pflegt. Das Factum ist indessen ungenau. Der Versuch ist nicht anzustellen, wenn das Herz sich noch schnell zusammenzieht, und wenn der Herzschlag langsamer geworden ist, kann man durch Reize denselben sehr oft beschleunigen, was fast alle Beobachter angeben.

Mit der Behauptung, daß das Herz sich ohne Reize und unabhängig von Reizen zusammenziehe, fällt aber auch nothwendiger Weise die Ansicht, daß von den Ganglien die Herzbewegungen in ununterbrochener Folge und einer stets bestimmten Combination selbstständig erregt werden, und die Annahme, daß die Erregung der Herzbewegungen von einem Reize abhängig sei, wie die übrigen organischen Bewegungen, drängt sich von selbst auf. Die Art und Weise, wie man sich den Vorgang selbst erläutern will und muß, kann dabei verschieden sein. Man kann einmal das Factum, daß, so lange die Centralorgane, von welchen der Herzschlag abhängt, noch wirken können, auf jeden Reiz, der das Gebilde trifft, nur rhythmische Bewegungen folgen, die an einer bestimmten Stelle beginnen und endigen, nach den Gesetzen der Association erklären, oder man läßt die Bewegungen in Folge einer Reflexion entstehen. Beides, Association wie Reflexion, scheint durch die Ganglien vermittelt werden zu können, wie wir in der früher angeführten Schrift nachgewiesen zu haben glauben, und die Erklärung, welche sich von der fraglichen Erscheinung geben läßt, unter der gegebenen Voraussetzung, möchte vielleicht noch mehr dafür sprechen, daß wir nicht unglücklich gewesen sind in der Bestimmung der centralen Eigenschaften der Ganglien.

Wer an eine Association denken will, muß annehmen, daß die motorischen Nerven am Herzen so verlaufen, daß Reizung einer Faser auf alle übrigen in einer bestimmten Ordnung übergeht; denn associirte Bewegungen kommen so zu Stande, daß ursprünglich eine Thätigkeit in wenigen Primitivfasern erregt wurde, welche dann auf viele in einem Centralorgane übergeht. Die anatomischen Verhältnisse und die gewöhnlichen physiologischen Bedingungen der Association lassen diese Erklärungsweise durchaus nicht zu, während die übrig gebliebene mit großer Präcision die meisten Erscheinungen des Herzschlages erläutert.

Die Reflexionstheorie nimmt an, daß ein Reiz ursprünglich in sensiblen Nerven eine Thätigkeit erregt, welche in einem Centralorgane auf motorische übergeht, und Bewegung dadurch veranlaßt. Die Bewegungen sind in den meisten Fällen vollkommen regelmäßig combinirt, so daß man weiter annehmen

muß, daß in normalem Zustande die Thätigkeit sensibler Nerven immer in einer bestimmten Ordnung auf die motorischen trifft.

Niemand wird dem Herzen sensible Nerven absprechen; die Schmerzen, welche in Krankheiten des Herzens entstehen, beweisen ihre Anwesenheit wohl zur Genüge. Giebt man aber einmal zu, daß das Herz sensible Nerven besitzt: so muß man eine Reflexion durch diese um so mehr erwarten, weil in keinem organischen Gebilde bloß sensible Nerven sich finden, um in Krankheiten desselben schmerzhaft erregt zu werden, sondern weil sie überall nachweislich dazu dienen, den Zustand der Gebilde den äußeren Bedingungen anzupassen.

Weiter ist die Stelle, wo die Reize im normalen Leben einwirken, die empfindlichste am Herzen. Es ist eine alte Erfahrung, daß die Reize auf die innere Fläche des Herzens angewandt stärker wirken, als auf der äußern. Schon Haller behauptet, durch Einspritzen von warmen Wasser und Lufteinblasen, den Herzschlag in Fällen wieder belebt zu haben, wo äußere Reize fruchtlos angewandt wurden, und durch Einbringen eines Fingers in die Herzhöhlen kann man denselben Zweck erreichen. Am auffallendsten sind indessen die Erfahrungen von Henry, welche Müller bestätigt hat. Es wirkte bei den Versuchen dieser Beobachter Opium und Extract der Brechnuß auf der Oberfläche des Herzens gar nicht, oder nur sehr allmälig; mit der innern Wand des Herzens in Berührung, sollen die Bewegungen des Herzens durch diese Mittel sehr schnell aufgehoben werden. Wenn man es auch ganz unbeachtet lassen will, daß Opium und extr. nuc. vomicae die Reizbarkeit sensibler Nerven überhaupt herabsetzen, aber keineswegs lähmend, sondern mehr reizend für die Muskeln und ihre Nerven sind: so möchte doch das Factum überhaupt dafür sprechen, daß von der innern Herzfläche deßhalb so leicht die Bewegungen erregt und verändert werden können, weil hier mehr sensible Nerven sich finden. In jedem andern Falle ist eine Erklärung sehr schwierig; oder kann man ohne der Sache Gewalt anzuthun, behaupten, daß die Muskelreizbarkeit an der innern Herzfläche größer, als an der äußern sei? Hat man dafür ein Beispiel, daß ein und derselbe Muskel an verschiedenen Stellen verschieden reizbar ist?

Der beste Beweis, daß Reize, wo ihre Anwendung rhythmische Bewegungen hervorruft, auf sensible Nerven einwirken, und durch diese in einem Centralorgane auf motorische übertragen werden, möchte indessen in Versuchen selbst zu suchen sein. Das Herz, welches sich noch rhythmisch zusammenzieht, kann man überall reizen, und die Bewegung beginnt immer und ewig am Vorhofe. Kann nun, wenn auf einen mechanischen oder chemischen Reiz an der Herzspitze die Zusammenziehungen an dem Vorhof beginnen, dieses ohne Hülfe sensibler Nerven geschehen? Verbreitet sich etwa im Muskel selbst der Reiz, oder wirken die motorischen Nerven in centripetaler Richtung? oder laufen die motorischen Nerven etwa von allen Punkten der Herzsubstanz gegen die Vorhöfe hin? Allen diesen Annahmen möchten sich unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzen; der Annahme, daß sensible Nerven hier wirken, steht nichts entgegen. Es sprechen die Leitungsgesetze dieser Nerven dafür, es sprechen ferner eine große Anzahl ähnlicher Bewegungen, die auf gleiche Weise erregt werden, dafür.

Die Bewegungen des Herzens dürfen wir demnach als reflectirte betrachten, und die Untersuchungen darüber möchten mehr als theoretischen Werth bieten. Der Reiz, welcher im normalen Lebensgange die Bewegung veranlaßt, ist das Blut. Es kann nun diese Flüssigkeit reizend wirken durch ihre chemischen Eigenschaften, oder sie reizt das Herz auf mechanische Weise.

Kaum möchte es zu vertheidigen sein, wenn man das Blut als chemischen

Reiz für das Herz betrachten wollte; denn es müßte in diesem Falle ein Tropfen ebenso wirken, wie eine Unze. Wir finden ferner, wo chemische Reize im Organismus einwirken sollen, nie seröse Häute, sondern immer Schleimhäute, und man kann wohl auch deßhalb nicht an eine chemische Reizung denken, weil eine Flüssigkeit, welche das Herz ernährt, nicht als chemischer Reiz wirken kann. Man müßte endlich den beiden Herzhälften eine ganz verschiedene Reizbarkeit zuschreiben, da in der einen venöses, in der andern sich arterielles Blut findet.

Mechanisch reizen kann das venöse Blut so gut, wie das arterielle, und wenn linker und rechter Ventrikel durch gleiche Ursachen in Thätigkeit gesetzt werden sollen: so wird kaum etwas Anderes übrig bleiben, als an die mechanischen Verhältnisse des Blutes zu den Herzhöhlen zu denken. In den dynamischen Eigenschaften, abgesehen davon, daß sie problematisch sind, würden arterielles und venöses Blut kaum mehr übereinstimmen, als in ihren chemischen. Ob es für die Ansicht der mechanischen Reizung spricht, daß man in den bei weitem meisten Fällen die Gefühle, welche durch Krankheiten des Herzens und Unregelmäßigkeiten des Kreislaufes in leidenschaftlicher Erregung zum Bewußtsein kommen, als drückend bezeichnet, wollen wir dahin gestellt sein lassen. Sprichwörtlich ist es wenigstens, daß Kummer, Gram und Sorge auf das Herz drücken, und Beobachtung lehrt, daß in den heftigsten Entzündungen der Herzsubstanz oft nur über Druck in der Herzgegend geklagt wird.

Wenig würde indessen damit geschehen sein, wenn man schlechthin behaupten wollte, das Herz zieht sich zusammen, sobald es vom Blute angefüllt ist, und die Wirklichkeit lehrt sogar etwas Anderes. Das Herz zieht sich nicht zusammen, wenn es angefüllt ist, sondern es zieht sich zusammen, *sobald es nicht stärker angefüllt werden kann.* Die Zusammenziehung wird erregt im Augenblicke, wo es die Verhältnisse des Kreislaufes fordern, der Grad der Anfüllung ist dabei gleichgültig, wie die folgenden Erfahrungen lehren.

Nach einer Blutung, nach einem Aderlasse wird der Puls immer schneller und kleiner. Jeder praktische Arzt hat es beobachtet, daß bei drohender Apoplexie oft ein seltener, langsamer und voller Puls sich findet, und je größer die Gefahr, desto mehr zeigt er diese Eigenschaften. Im Momente, wo die Lancette Hülfe schafft, wird der Puls, wie man sich ausdrückt, freier, nämlich frequenter, schneller und weniger groß. Bei Blutungen kann man fast sicher auf die Größe des Blutverlustes aus der Kleinheit und Schnelligkeit des Pulses schließen.

Anscheinend steht dieses Verhalten mit der vorhin ausgesprochenen Meinung im Widerspruch, indessen eine genauere Prüfung möchte hier eine Erklärung möglich machen, welche bei jeder andern Ansicht von der Ursache des Herzschlages mehr als schwierig ist. Nach den gewöhnlichen Gesetzen der Reizbarkeit wirkt ein schwächerer Reiz nach einem stärkern nicht mehr, und auf die Thätigkeit der Muskeln und der motorischen Nerven findet dieses Gesetz ohne Ausnahme seine Anwendung. Am wenigsten wirkt aber ein und derselbe Reiz in einem schwächern Grade, als vorher. In den angeführten Beispielen ist es nun evident, daß bei geringerer Anfüllung früher die Contraction des Herzens eintritt, als bei einer größern. Vor dem Aderlasse contrahirt sich das Herz beim Apoplektischen selten und wird sehr ausgedehnt, beim Blutverluste durch die geöffnete Vene kann offenbar die Ausdehnung des Herzens nicht denselben Grad erreicht haben, bis es sich contrahirt, weil die Herzschläge häufiger geworden sind.

Man könnte an eine psychische Einwirkung in einem solchen Falle denken, allein die Schnelligkeit des Pulses bei Blutverlusten steht mit dem Verluste und nicht mit psychischer Thätigkeit in directem Verhältnisse. Es kommt bei Bewußtlosigkeit, die bei Blutungen nicht einmal selten ist, der Puls in einer unzählbaren Frequenz vor; bei Blutflüssen nach der Geburt ist es ja manchmal sogar der kleine und sehr frequente Puls, welcher den Geburtshelfer von der Blutung unterrichtet, während die Wöchnerin in der möglichsten Seelenruhe sich befindet. Wir haben den Puls nach größeren Blutungen im Schlafe, der ganz ruhig war, doch in einer sehr bedeutenden Frequenz beobachtet, auch nimmt die Frequenz nicht eher wieder ab, bis eine größere Blutmenge sich wieder gebildet, der Verlust wenigstens einigermaßen ersetzt ist, wie wir leider aus Erfahrungen am eigenen Körper bestätigen müssen. Von psychischen Ursachen läßt sich das Phänomen also nicht abhängig machen, und an einen Instinct des Herzens oder eine instinctartige Action der Ganglien zu denken, hieße einen geistreichen Ausdruck für eine gehaltlose Erklärung suchen.

Die Reflexionstheorie scheint eine einfachere und natürliche Erklärung zu bieten. Abgesehen davon, daß bei reflectirten Bewegungen die Bewegung vom Reize abhängig ist, was bei dem Herzen das Zweckmäßigste sein muß, so läßt sie auch einen weitern Blick in den Zusammenhang der Erscheinungen zu.

Die sensiblen Nerven, welche bei Reflexionen die Hauptrolle spielen, sind offenbar vermöge ihrer Reizbarkeit die geeignetsten Gebilde zu dem fraglichen Zwecke der ganzen Organisation. Sie können nicht bloß durch eine kaum berechnenbare Menge von Ursachen zur Thätigkeit angeregt werden, sondern ihre Thätigkeit ist auch noch durch zahllose Modificationen in der Einwirkung jeder einzelnen Ursache bestimmbar. Man braucht nur die große Menge von Empfindungseindrücken, welche wir durch die Hautnerven erhalten, zu betrachten, um sich daran zu erinnern, während die Modificationen in der Thätigkeit der Seh- und Hörnerven noch mannichfaltiger und zahlreicher erscheinen. Wird es dabei nicht viel begreiflicher, weßhalb das Herz in seinen Zusammenziehungen im normalen Leben sich so ganz nach den Verhältnissen des Blutes richtet; als wenn man andere Elemente in die Erklärung zieht? Und geht man noch mehr in's Specielle, so möchte sich noch deutlicher ergeben, daß nur durch sensible Nerven des Herzens überhaupt der Kreislauf so regulirt werden kann, wie es das Bedürfniß fordert, und die Zusammenziehung oder der neue Impuls zur Blutbewegung immer dann erfolgt, nicht früher und nicht später, wann es nöthig ist.

Das Blut strömt zum Herzen zurück durch die Kraft des Herzens selbst, wenigstens ist die letztere die Hauptquelle der Bewegung, umsomehr, weil auch durch sie erst andere noch wirksame Momente, wie die Elasticität der Arterien in Thätigkeit gesetzt werden. Soll das Blut ohne Unterbrechung strömen, muß der Impuls erneuert werden, und das Gesetz der Zweckmäßigkeit würde schon die Bestimmung erlauben, daß derselbe in jeder Minute sich so vielmal wiederholen muß, als es wirklich geschieht. Der Versuch kann nur damit im Einklange sein. Wir haben bereits oben das Experiment von Magendie angeführt, durch welches der Beweis geliefert wird, daß die Thätigkeit des Herzens die Blutbewegung in allen Abtheilungen des Gefäßsystems veranlaßt. Der Versuch beweis't indessen noch mehr; die Unterbindung der Arterie veranlaßt ein augenblickliches Nachlassen des venösen Stromes, der gleich darauf ganz aufhört. Es thut daher derselbe dar, daß nach der Systole des Herzens der Strom in den Venen immer an Kraft verliert, und mit jeder Systole wieder an Kraft gewinnt, wobei er nichts destoweniger vollkommen stetig sein kann.

In dem Momente, wo die Kraft abnimmt, mit welcher das Blut zum Herzen zurückströmt, wird der Druck desselben auf das Herz geringer werden und die Zusammenziehung eintreten müssen, wenn nicht ein absatzweises, pulsatorisches Strömen des Venenblutes eintreten soll.

Durch die Veranlassung, welche hier die Muskelcontraction bedingt, können Muskeln und motorische Nerven nicht unmittelbar zur Thätigkeit erregt werden, dagegen von den sensiblen Nerven wissen wir mit Bestimmtheit, daß sie unter gleichen Verhältnissen in Thätigkeit gesetzt werden. Der leere Magen veranlaßt das Gefühl des Hungers, weil das Fehlen der Objecte für die Thätigkeit des Organes die sensiblen Nerven desselben erregt. Erregt das Aufhören einer Thätigkeit am Magen die Nerven, so läßt sich nichts dagegen einwenden, dieselbe Empfindlichkeit den Herznerven zuzuschreiben; ob das weitere Resultat dieser Thätigkeit eine bewußte Empfindung oder eine reflectirte Bewegung ist, erscheint völlig gleichgültig. Ein Aderlaß oder eine Blutung wird nun zur Folge haben, daß das Moment, wo die Kraft des Rückflusses des Blutes abnimmt, immer früher eintritt, je größer der Verlust ist, und daher muß in diesem Falle ein mehr oder minder frequenter Puls auftreten, wofern die gegebene Erklärung richtig ist. Es ist aber hier nicht bloß ein schwer zu erklärendes Factum erläutert, sondern man erhält noch eine Einsicht in die Function der sensibeln Nerven des Herzens. Sie sind dann ferner nicht mehr vorhanden, um in Krankheiten des Organes Schmerzgefühle zum Bewußtsein zu bringen; sie erscheinen vielmehr als Dynamometer, durch welche die Kraft und Schnelligkeit der Bewegungen nach den Bedürfnissen des Kreislaufes regulirt werden.

Wir würden also erklären können, in welchem Momente der Herzschlag erregt werden muß, die Art und Weise, wie der Zustand des Organes in diesem Augenblicke auf ein Centralorgan übertragen werden kann, und wie durch die Thätigkeit des letztern die Bewegung in einer bestimmten Ordnung eingeleitet zu werden vermag. Daß die Ordnung der Bewegung zwischen Kammer und Vorhof aber nur die früher angegebene und keine andere sein kann, läßt sich nur aus Organisationsverhältnissen dieser Höhlen selbst, nicht aus den Eigenschaften der Ganglien und der specifischen Art der Erregung begreifen. Die Muskeln, welche zu der Pronation und Supination dienen, sind nicht durch ihre Verbindung mit dem Rückenmarke Pronatoren und Supinatoren, sondern durch die Art, wie sie mit dem Knochensysteme verbunden sind. Die anatomischen Verhältnisse am Herzen sind in der That auch so, daß kein meßbares Zeitmoment zwischen der Contraction der Vorhöfe und der Kammern liegen kann. Die Muskelfasern, welche von dem Vorhofe in die venösen Klappen treten, enthalten gewissermaßen den organischen Grund dieser Erscheinung. Ohne ihre Thätigkeit kann die Klappe nicht entwickelt werden, sie können aber auch nicht wirken ohne reizend auf die Ventrikel einzuwirken, wie wir bereits an einer andern Stelle zeigten[1]). Es muß daher die Contraction des Vorhofes die Contraction der Kammern bedingen.

Wenn die Frequenz des Pulses sich immer nach der Blutmenge des Körpers richtete, und wenn er stark bei starken Individuen, schwach bei schwachen wäre: so dürften wir annehmen, daß wir alle Momente im Vorausgegangenen entwickelt hätten, von welchen die Herzthätigkeit abhängt. Es kommen indessen Veränderungen der Frequenz vor ohne Verminderung oder Vermehrung der Blutmenge, und hinsichtlich anderer Eigenschaften,

---

[1]) Nachträge zu M. Hall's Abhandlung 2c. S. 179 ff.

welche er noch zeigt, würde die gegebene Erklärung durchaus nicht zureichen. Wir müssen deßhalb noch das Verhältniß des Herzens zu den allgemeinen nervösen Centralorganen untersuchen, denn die physiologische Erklärung eines organischen Vorganges soll eine Formel sein, mittels welcher der Arzt bei krankhaften Verhältnissen auf dem Wege der Exclusion leicht das Unbekannte findet.

Im Allgemeinen wirken Gehirn und Rückenmark in einer doppelten Weise auf die Nerven; sie erhalten einmal die Reizbarkeit in denselben, und außerdem bestimmen sie vielfach ihre Thätigkeit, namentlich die Thätigkeit der motorischen Nerven.

Von den Herznerven kann man mit gutem Grunde behaupten, daß ihre Reizbarkeit in gleichem Grade vom Gehirn und Rückenmarke abhängt, wie bei allen übrigen. Die Ganglien können nur die rhythmischen Bewegungen auf die angegebene Weise unterhalten, sobald die Nerven von dem allgemeinen Centrum aus ununterbrochen zur Thätigkeit befähigt werden. Zur Genüge weisen schon ältere Versuche von Legallois und Wilson Philipp den Satz nach; es kann sich indessen auch Jeder leicht überzeugen. Das Herz schlägt bei Unterhaltung der künstlichen Respiration fort, nachdem man das verlängerte Mark durchschnitten hat, und die Kraft, mit welcher es sich zusammenzieht, nimmt sehr allmälig ab. Nach Zerstörung des Rückenmarkes gleich im Anfange eines solchen Versuches ist die Kraft auch gleich außerordentlich vermindert und es läßt sich der Herzschlag nicht so lange, als im ersten Falle unterhalten. Der früher angeführte pathologische Fall von J. Heine möchte ebenfalls dafür sprechen. Man kann die Intermittenz hier nämlich kaum anders beziehen, als auf eine momentane Unfähigkeit der motorischen Nerven, das Herz zur Contraction zu reizen, bedingt durch den gehemmten Einfluß des Gehirns auf den Theil des Nerven unterhalb der Geschwulst. An dieser Wirkung der Centralorgane auf die Herznerven ist endlich kaum zu zweifeln, wenn man die Versuche von Valentin und Volkmann erwägt. Durch Reizung des Accessorius an seinen Wurzeln wurde der Herzschlag verändert; es gehen also Fasern von Hirnnerven an das Herz, und diese müssen sich wie andere Fasern desselben Nerven verhalten.

Aus dieser Wirkung läßt sich nun einmal die Intermittenz des Herzschlages und des Pulses, soweit die des letztern vom Herzen abhängig ist, neben einer Menge anderer Eigenschaften derselben erklären. Man spricht viel davon, daß in organischen Herzkrankheiten, namentlich bei Klappenfehlern, Intermittenz der Pulses vorkomme, allein in einer großen Zahl von Beobachtungen konnte ich diese Behauptung nicht bestätigen. In Paroxysmen bei diesen Fehlern kommen Unregelmäßigkeiten des Pulses vor, aber keine Intermittenz, und sie wäre in der That auch schwer zu begreifen. Dagegen ist es factisch, daß bei Krankheiten der Nerven, wie im Falle von Heine, bei krankhaften Veränderungen des Gehirnes, blutige und wässerige Ausschwitzungen, Erweichungen, Tuberkelbildung, bei krankhaften Zuständen desselben Gebildes, wie sie in der Fallsucht, Starrsucht und chronischen Geisteskrankheiten vorkommen, Intermittenz des Herzschlages häufig gefunden wird. Sie scheint selbst durch eine krankhaft gesteigerte Thätigkeit der Phantasie hervorgerufen zu werden, wenigstens spricht dafür das Beispiel des Professors aus Bologna, bei welchem Morgagni durch den Rath, er möge sich den Puls nicht mehr fühlen, die Intermittenz beseitigte. In allen Fällen, mit Ausnahme des letzten, läßt sich recht gut begreifen, daß periodisch die

Wirkung des Gehirns auf die Herznerven aufgehoben wird, und diese deßhalb unfähig erscheinen, das Herz zur Contraction zu reizen; es möchte aber auch selbst in anderen Krankheiten, wie in Unterleibskrankheiten, z. B. durch Würmer das Gehirn in einen Zustand versetzt werden können, durch welchen Intermittenz des Pulses hervorgerufen würde, und die letztere deßhalb bald das Symptom einer idiopathischen, bald einer sympathischen Veränderung des Gehirns oder seiner Thätigkeit sein.

Wir dürfen weiter annehmen, daß der Zustand der Hauptcentralorgane des Nervensystems sich in der Thätigkeit des Herzens gewissermaßen reflectire, wofern wir nicht in der Bestimmung ihrer Wirkung auf das Herz überhaupt im Irrthume sind. Wir können die verschiedenen Zustände aus der Wirkung auf die übrigen Muskeln bestimmen, und dürfen analoge Verhältnisse beim Herzen voraussetzen. Wir finden nun sehr häufig, daß unsere Muskeln bald äußerst leicht dem Willen gehorchen, bald weniger leicht bewegt werden. Im ersten Falle sind unsere Bewegungen bestimmt, sicher und rasch, im zweiten Falle sind sie weniger bestimmt und träger. Wir dürfen nur unsern Gang beobachten und wir finden, daß bei gleicher Anzahl der Schritte in der Minute, ein großer Unterschied in der Art, wie wir die Füße setzen, die Sohle vom Boden abwickeln, zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedener Stimmung sich findet. Nehmen wir nun an, daß auch die Herznerven durch den Einfluß des Gehirns bald leichter, bald weniger leicht erregt werden können, so läßt sich die verschiedene Schnelligkeit des Herzschlages bequem erklären. Bei leichter Erregung ist die Contraction des Herzens beim Beginn allgemein und kräftig, und die Arterie wird rasch erweitert. Eine weniger leichte Erregbarkeit macht, daß die Contraction des Herzens weniger gleichmäßig ist, und die Arterie wird weniger rasch und mehr allmälig erweitert werden, obgleich die Frequenz der Herz- und Pulsschläge und die Quantität des durch das Herz gegangenen Blutes in beiden Fällen gleich sein kann. Hart wird der Puls werden, sobald bei leichter Erregbarkeit in Folge eines gereizten Zustandes des Gehirns oder Rückenmarkes die Thätigkeit der motorischen Nerven zugleich verstärkt und heftiger wird, und weich möchte er werden, wenn die motorischen Nerven in Folge entraler Ursachen weniger heftig die Muskelfasern des Herzens reizen. Es würde sich demnach der harte Puls in Entzündungen nicht aus den reizenden Eigenschaften des entzündlichen Blutes unmittelbar ableiten lassen, sondern aus der Wirkung des letztern auf das Gehirn und Rückenmark, wodurch die Schwierigkeiten, welche es überhaupt hat, das Blut als einen chemischen Reiz für das Herz zu betrachten, vermieden wären. Finden wir es wenigstens nöthig, eine Innervation vom Gehirn und Rückenmark auf das Herz zuzugeben: so müssen wir auch zugeben, daß wo dieselbe gehindert wird, Aufhören, Unregelmäßigkeit und Intermittenz im Herzschlage eintreten muß, je nach der Art des Hindernisses, und können nicht leugnen, daß die Innervation Modificationen erleiden wird, so gut wie bei den animalen Muskeln, welche Eigenthümlichkeiten im Herzschlage hervorbringen müssen, mag man die Härte und Schnelligkeit von dieser Ursache abhängig machen oder nicht.

In wie weit die Centralorgane des gesammten Nervensystems bestimmend auf die Thätigkeit des Herzens einwirken, ist schwieriger anzugeben. Durch unmittelbare Reizung läßt sich vom Gehirn aus nicht auf den Herzschlag einwirken. Wilson Philipp behauptet zwar, mittels Anwendung des Extractum Nicotianae und des Opiums auf das Gehirn den Herzschlag verändert zu haben, es ist mir indessen nie etwas Aehnliches bei Thieren

gelungen und der Versuch hat auch alle möglichen Schwierigkeiten. Einmal hatte ich Gelegenheit, die Wirkung mechanischer Reize auf das Gehirn bei einem Kinde, welches in Folge einer Verletzung einen Hirnvorfall bekam, zu untersuchen. Es lag ein großer Theil der linken Hemisphäre außerhalb des Schädels, und weder beim Versuche, das Gehirn zurückzubringen, noch bei der später nöthig gewordenen Abtragung zeigte sich eine Veränderung im Pulse. Nur Uebelkeit trat in Folge des Druckes ein. Ja im spätern Verlaufe des Uebels wurden Seitenventrikel geöffnet und man konnte den thalamus nervorum opticorum und das corpus striatum berühren ohne allen Erfolg.

Vom obern Theile des Rückenmarkes aus und vom verlängerten Marke scheint dagegen eine Veränderung des Herzschlages möglich, wenigstens wurde bei mehren Versuchen nach Reizung dieser Gebilde ein kräftiger, schnellerer Herzschlag von mir und Anderen bei Amphibien und Säugethieren wahrgenommen.

So wenig sich durch Reizung des Gehirns auf den Herzschlag einwirken läßt, so sicher wird er bei allen psychischen Thätigkeiten verändert. Die Veränderungen beschränken sich auf die Kraft und Zahl, auf die Regelmäßigkeit und Gleichmäßigkeit der Herzschläge; nicht auf den Rhythmus selbst. Wir können nicht willkürlich das Herz in seiner Thätigkeit unterbrechen, obgleich behauptet wurde, daß es Menschen mit dieser Fähigkeit gegeben habe, so wenig wie wir die Ordnung, in welcher Ventrikel und Vorhof sich zusammenziehen, abändern können. Das Herz verhält sich hier nicht anders, als die übrigen Muskelpartien, welche durch Reize gewöhnlich zur Thätigkeit bestimmt werden. Die Respiration läßt sich nicht unterbrechen, aber vielfach verändern, ebenso verhält es sich mit dem Schlingen. Es ist auch das Factum am Herzen so gut zu erklären, wie in diesen Fällen. Nimmt man hier eine besondere Organisation am verlängerten Marke an, wodurch die Reflexion erleichtert wird, und erklärt daraus den bedingten Einfluß des Willens: so lassen sich bei den Ganglien noch leichter ähnliche anatomische Verhältnisse vermuthen. Beim Herzen läßt sich indessen die Frage aufwerfen, ob der Einfluß des Willens ein directer oder indirecter sei? Sie wird kaum bejahend ausfallen können, weil ohne Veränderung der Respiration der Herzschlag nicht willkürlich verändert werden kann.

Ueber den Einfluß der Respiration auf den Herzschlag sind die Meinungen sehr getheilt. Man hat das Factum, daß der Herzschlag durch Unterbrechung der Respiration schnell aufhört, davon abgeleitet, daß kein arterielles Blut mehr zum Herzen fließt. Es kann indessen das Factum nicht daher abgeleitet werden, weil bei der künstlichen Respiration die Bildung von arteriellem Blute sehr leiden kann, ohne daß der Herzschlag verändert wird; es kommt ferner vor, daß bei jungen, frisch getödteten Thieren der Herzschlag noch fortdauert ohne künstliche Respiration und diese Beobachtung weis't auch nach, daß das arterielle Blut selbst in den Kranzgefäßen fehlen kann ohne plötzliche Unterbrechung des Herzschlages. Gelingen die Versuche mit der künstlichen Respiration bei frisch getödteten Thieren vollständig, so kann man den Herzschlag damit vollkommen beherrschen; man kann denselben seltner und frequenter machen, kann ihn regelmäßig und unregelmäßig fortdauern lassen, je nachdem man langsamer und schneller, regelmäßig oder unregelmäßig die Lungen anfüllt und entleert. Diese Veränderungen lassen sich nicht von dem Zufluß des arteriellen Blutes ableiten, sondern lassen sich nur erklären aus den Verhältnissen, in welchen überhaupt

das Blut bei dem Versuche zum Herzen zurückströmt. Die künstliche Respiration wirkt nur, indem sie den Kreislauf unterhält und das Gerinnen des Blutes eine Zeitlang verhindert, auf die Erhaltung des Herzschlages. Wir beherrschen daher auch nothwendig den Herzschlag, wenn wir die Respiration verändern, weil dadurch zu gleicher Zeit der Abfluß und Zufluß des Blutes gegen das Herz verändert wird, und wir bestimmen ihn nur indirect, indem wir auf den Reiz für die Herzthätigkeit einwirken können. Es kann in einzelnen Fällen durch die Respiration, namentlich durch tiefes Inspiriren, der Herzschlag ganz unfühlbar werden für eine sehr kurze Zeit, und daher mag die Behauptung gekommen sein, daß es Menschen gebe, welche den Herzschlag willkürlich aussetzen lassen könnten.

In leidenschaftlicher Erregung wird der Herzschlag sehr bedeutend modificirt, wie denn unsere Sprache namentlich reich ist an Ausdrücken für diese verschiedenen Modificationen. Wir sagen, das Herz hüpft vor Freude, im Schreck zittert und in der Furcht bebt es, Angst drückt das Herz, Kummer lastet darauf, in wie vielen anderen Affecten wird es schwer, leicht und voll. Alle diese Veränderungen, so weit sie wenigstens Frequenz und Regelmäßigkeit betreffen, können indessen gleichfalls von der Respiration hergeleitet werden; denn jede leidenschaftliche Erregung verändert auch die Respiration.

Nur in Krankheiten des Gehirns und Rückenmarkes kommen Veränderungen in der Frequenz und Regelmäßigkeit des Herzschlages vor, welche für einen directen Einfluß dieser Gebilde auf das Herz sprechen. Man findet namentlich in solchen Fällen den Herzschlag selten, ohne daß es die Respiration ist, und frequent, wo das Athmen ruhig ist.

Es würde von einem großen semiotischen Werthe sein, wenn wir es sicher aussprechen dürften, daß die Kraft, womit, und die eigenthümliche Art, wie sich das Herz zusammenzieht, mit Ausnahme der Krankheiten der Substanz des Herzens, vom Gehirn und Rückenmarke abhängig sind, während in den meisten Fällen die Frequenz durch die Respiration bestimmt wird, und nur in organischen Hirnkrankheiten direct vom Gehirne aus eine Veränderung erleidet. Die Fälle würden sich durch das Mißverhältniß, welches zwischen der Zahl der Pulsschläge und der Athemzüge besteht, leicht erkennen lassen. Unregelmäßigkeiten im Herzschlage können durch organische Fehler des Organes, durch die Respiration, und durch Krankheiten des Gehirns, Intermittenz dagegen nur durch krankhafte Action des letztern und des Nervensystems veranlaßt werden. Wir müssen es indessen vor der Hand der weitern Beobachtung anheim geben, die physiologische Theorie zu prüfen.

Wenn andere Thätigkeiten endlich, wie die Verdauung, Bewegung ꝛc. auf den Herzschlag verändernd wirken: so ist es offenbar, daß hier ebenfalls an eine indirecte Wirkung durch die Respiration gedacht werden muß.

2) Vom Herzstoße.

Dieses Phänomen hat eine bedeutende Menge Erklärungsversuche hervorgerufen, welche von den verschiedenartigsten Standpunkten aus gegeben wurden. Viele ältere Physiologen haben den Herzstoß während der Diastole wahrzunehmen geglaubt und daher vom Momente der Anfüllung des Herzens abhängig gemacht. Sehr allgemein wurde im 17. Jahrhundert behauptet, daß von der Verlängerung des Herzens in der Diastole der Choc herrühre; später und selbst noch in der neuesten Zeit wird eine Beobachtung, welche man bei Vivisectionen machen kann, zur Erklärung des Phänomens mißdeutet. Wenn nämlich das Herz sich nicht mehr vollkommen rhythmisch

zusammenzieht, so daß wohl auf 4—5 Contractionen der Vorhöfe erst eine Kammercontraction erfolgt: so sieht man bei den Contractionen des Vorhofes oft den Körper des arteriellen Herzens etwas vorgeschoben werden. Beau hat in der neuesten Zeit behauptet, daß von der Contraction des Vorhofes in der angegebenen Art der Anschlag der Herzspitze an die Brustwand abhängig sei. Harvey hat ähnliche Meinungen, so viel deren auch auftauchen mögen, für immer widerlegt. Aus einem Momente der Diastole der Ventrikel kann, nach dem Ausspruche desselben, das Phänomen deßwegen nie erklärt werden, weil das Herz im erschlafften, wenngleich erweiterten Zustande nicht mit der Kraft die Wandungen der Brust erschüttern kann, wie es geschieht. Nur ein Körper, der die Festigkeit hat, welche das Herz in der Systole erlangt, vermag die Wirkung hervorzubringen.

So einig nun die bei weitem größte Zahl der Physiologen über das Zusammenfallen des Herzstoßes mit dem Beginn der Systole sind, so wenig sind sie es über die Ursache des Phänomens. Viele machen den Choc abhängig von den früher beschriebenen Hebelbewegungen des Herzens, Andere leugnen diese Bewegungen, und die Erklärungen fallen daher sehr verschieden aus. Wir haben bereits früher zu zeigen versucht, woran es liegt, wenn man bei Vivisectionen die Bewegungen nicht sieht, und wir dürfen daher die Theorien, welche die Hebelbewegungen leugnen, schon von vorneherein als die weniger glücklichen bezeichnen. Wer Vivisectionen häufig gemacht hat, für den bedarf es auch keiner Widerlegung einer der letzteren Theorien. Wer sich lediglich auf Beobachtungen beim Menschen beschränkt, kann leicht irre geführt werden. Bei sehr mageren Individuen sieht man auf der linken Seite den dritten, vierten und fünften Rippenraum in der Nähe des Sternums während der Systole etwas eingezogen werden. Man kann daher leicht auf die Idee kommen, daß jene Hebelbewegungen daher nur am bloßgelegten Herzen eintreten. Allein man kommt schon davon zurück, wenn man die Finger an den fünften Zwischenrippenraum anlegt. Man fühlt hier den Stoß gleichzeitig beim Wahrnehmen des Einziehens, jedoch dauert das Anschlagen nicht so lange, als das letztere Phänomen. Das Einziehen der Rippenräume hängt davon ab, daß das Herz in allen seinen Durchmessern sich bei der Systole verkleinert und der Herzbeutel sich eng um das Organ anschließt. Bei der Anhaftung der äußern Lamelle des Herzbeutels an die innere Fläche des Thorax müssen die Weichtheile daher bei jeder Systole nach innen gezogen werden.

Was nun die Erklärungsversuche anlangt: so ist die älteste hierher gehörige auch eine sehr verbreitete. Sennac machte nämlich den Herzstoß abhängig von der Anfüllung der Vorhöfe und von der Streckung des Aortenbogens. Der Augenschein lehrt, daß der Aortenbogen sich nicht streckt bei der Systole, und physikalische Gesetze zeigen, daß er sich nicht strecken kann, und endlich bemerkt schon Haller, daß bei vielen Thieren die Aorta keinen ähnlichen Bogen macht. Auf die Anfüllung der Venensäcke kann man aber gar nicht rechnen, weil diese allmälig und nicht mit einemmal sich füllen, und folglich das Herz nicht mit der nöthigen Kraft vortreiben könne. Haller nahm auch schon zu den Sennac'schen Ursachen des Herzstoßes noch eine eigene hinzu, indem er anführt, es werde die Spitze des Herzens gekrümmt, und hakenförmig gegen die Brustwand gebogen. Bei der Systole wird nun allerdings die Spitze des Herzens etwas krumm, allein der Herzstoß läßt sich daraus nicht erklären, weil die Krümmung sehr unbedeutend ist.

Mit dem Aufleben der Auscultation traten diese Erklärungen, denen

theilweise Soemmerring und Treviranus huldigten und Magendie seine Auctorität lieh, mehr in den Hintergrund. Die neuen Theorien leiten das Phänomen von der Form der Zusammenziehung des Herzens her, oder sie erklären es aus rein physikalischen Gesetzen.

Auf Muskularaction führen Bouillaud, Hope und J. Heine den Herzstoß zurück. Der Erste sucht aus dem Verlaufe der Muskelfasern am Herzen, namentlich aus ihren spiralförmigen Windungen an der Spitze, das Aufheben der letztern in der Contraction zu erläutern. Die Erklärung hat indessen nur einen subjectiven Werth, weil der Faserverlauf in der angegebenen Weise nicht gerade zu den bekanntesten Dingen gehört, und noch viel weniger sich diese Wirkung desselben anschaulich machen läßt.

Hope sagt: »die Fasern des Herzens ziehen sich nach den großen Arterien hin zusammen, und die Vorhöfe bilden einen um so festern Anhaltspunkt, da sie während der Systole gefüllt und ausgedehnt werden. Die Sinus der Vorkammern dienen den Kammern während der Systole zur Stütze. — Bei diesem Baue der Theile ziehen nun die mittels einer Zusammenziehung nach der Aorta und Lungenarterie hin gespannten Fasern den straffen und gerundeten Körper der Kammern gegen die Sinus der Vorkammern hin. Dadurch wird die Spitze der Kammern, gleichsam der lange Arm des Hebels, dessen Stütze die Vorkammern bilden, und dessen Kraft an der Aorta und Lungenarterie wirkt, rasch heraufgeschnellt. Je mehr sich die Kammern zusammenziehen, desto mehr wird die Spitze durch die Ausdehnung der Vorkammern vorwärts gezogen. Wahrscheinlich trägt auch das Zurückdrängen der Vorkammerklappen zur Hebung der Spitze bei; indem sie nämlich auf eine Flüssigkeitssäule wirken, deren Widerstandskraft das Gewicht des Herzens übersteigt, fällt die Wirkung auf das Herz selbst zurück und stößt dasselbe vorwärts.« Wir haben bereits in Schmidt's Encyclopädie über die Unzulässigkeit dieser Meinung gesprochen, ob wohl wir nicht leugnen können, daß sie sich auf Beobachtung stützt. Die Fasern des Herzens ziehen sich allerdings in der angegebenen Richtung zusammen, allein sie brauchen deßhalb nicht die Spitze zu heben und thun es nicht. Es kommt bei Vivisectionen oft genug vor, daß trotz starker Contractionen sich die Herzspitze gar nicht hebt, und viele Beobachter, neuerlich wieder das Comité zur Erforschung der Herzgeräusche von der British Association, haben ja deßhalb das Heben der Spitze ganz geleugnet.

Die neueste Theorie ist die von J. Heine. Sie behauptet, daß der Herzstoß durch die Zusammenziehung der Papillarmuskeln, welche die Vorkammerklappen spannen, bedingt werde, und der Herzstoß, besonders vermöge der Insertionspunkte des großen Zipfels der zwei- und dreispitzigen Klappe an der Basis des Aortarings, so sehr hervortrete. Zu dieser Zipfeltheorie möchte zu bemerken sein, daß bei Vögeln die Klappe des rechten Ventrikels einen Bau hat, welcher diese Annahme durchaus nicht zuläßt, und nichtsdestoweniger ist der Herzstoß bei diesen Thieren sehr lebendig und stark. Valentin hat ferner am Froschherzen nach abgeschnittener Spitze die Papillarmuskeln zerstört und die Hebelbewegungen fortdauern sehen. Magendie, zur Unterstützung seiner Ansicht über die Entstehung der Herzgeräusche, zerstörte die Mitralklappe und gerade den Zipfel, worauf es ankommt, ohne daß das Anschlagen des Herzens gegen die Brustwand gehindert wurde. Und nach diesen Erfahrungen würde jede weitere Bemerkung über die gegebene Meinung als ein Mordversuch an einem Todten erscheinen.

Mehr scheinen sich in neuerer Zeit die Erklärungen aus physikalischen

Gesetzen verbreiten zu wollen. Von diesem Standpunkte aus sind die Theorien von Alderson, Skoda und der Comité der British Association im Jahre 1840 gegeben. Die Meinung der letztern ist mir nur aus dem Jahresbericht des Archives von Müller bekannt, daselbst heißt es: »der Herzschlag rührt her von dem Widerstande des Blutes bei der plötzlichen Retraction der Muskeln, der sich über die ganzen Kammern erstreckt, aber an der Spitze vorzüglich wirksam wird, weil er hier nicht durch eine zwischenliegende Partie der Lunge neutralisirt wird. Eine Ortsbewegung des Herzens findet dabei nicht Statt.« Ich muß offen bekennen, daß ich nicht einsehe, wie das Blut, welches gegen die Arterien hin abfließt, einen Widerstand leisten kann, der bedeutend genug wäre, um ein Vorstoßen des Herzens gegen die Brustwand zu veranlassen. Es kommt ferner bei Vivisectionen auch keine Erscheinung vor außer den Hebelbewegungen, von welcher der Stoß erklärt und die hier gegebene Erklärung gerechtfertigt würde. Alderson's Meinung theilte ich bereits in Müller's Archiv mit, nach der kurzen Notiz, welche in Todd's Cyclopädie sich darüber findet, und darf daher dorthin verweisen, um so mehr, da sie mit der Meinung Skoda's sehr viel Aehnlichkeit zu haben scheint.

Die Ansicht von Skoda und Gutbrod hat viele Anhänger, und sie mag daher hier wörtlich aufgenommen werden. »Es ist ein bekanntes physikalisches Gesetz, daß beim Ausflusse einer Flüssigkeit aus einem Gefäße die Gleichmäßigkeit des Druckes, den die Gefäßwandungen durch die Flüssigkeit erleiden, aufgehoben wird, indem nämlich an der Ausflußöffnung kein Druck statthat, an der der Ausflußöffnung gegenüberstehenden Wand des Gefäßes derselbe aber fortbesteht. Dieser Druck bringt das Segner'sche Rad in Bewegung, er verursacht das Stoßen der Schießgewehre, das Zurückspringen der Kanonen u. s. w. Bei der Zusammenziehung der Herzkammern verursacht der Druck, den das Blut auf die der Ausflußöffnung gegenüberstehende Wandung des Herzens ausübt, eine Bewegung des Herzens in der der Ausflußöffnung entgegengesetzten Richtung und diese Bewegung verursacht den Stoß gegen die Brustwand. Das Herz wird mit einer der Schnelligkeit und der Menge des ausströmenden Blutes proportionirten Kraft in der den Arterien entgegengesetzten Richtung gestoßen.«

Gegen diese Theorie bemerkten wir schon in Schmidt's Encyclopädie, daß die Bewegung, wie sie die Ansicht annimmt, am Herzen nicht existirt. Es hat auch das Ausfließen des Blutes mit dem Ausströmen des Wassers am Segner'schen Rade und mit dem Austreiben eines Schusses nicht die mindeste Aehnlichkeit. Beim Segner'schen Rade ist es eine Wassersäule, welche den Strom unterhält, bei der Kanone die plötzlich expandirte Luft, welche die Kugel heraus und die Kanone zurückwirft; am Herzen übt die Wandung, welche den Druck der ausfließenden Flüssigkeit erleidet, die Kraft selbst aus, womit das Blut in die Gefäße übergetrieben wird, und Druck und Gegendruck müßten sich mindestens compensiren. Valentin hat außerdem durch Versuche nachgewiesen, daß am Froschherzen nach Abschneiden der Herzspitze die Hebelbewegungen des Herzens noch fortdauern, und somit möchte sich diese Ansicht nicht gut vertheidigen lassen.

Sobald man den Herzstoß von den Hebelbewegungen abhängig macht, so sind alle gegebenen Erklärungen ungenügend; denn diese Bewegungen erfolgen gleichzeitig mit den von uns früher beschriebenen Rotationsbewegungen, welche auch Cruveilhier bestätigte. Außerdem kann man nach allen gegebenen Erklärungen keinen Zweck dieser Bewegungen und des Herzstoßes einsehen, wodurch dieselben noch problematischer werden.

Die Rotationsbewegungen waren es hauptsächlich, durch welche ich eine Reihe von Versuchen über den Gegenstand anstellte, und dieselben bereits mittheilte[1]). Vor Allem suchte ich den Einfluß zu ermitteln, welchen das einströmende Blut auf die Lageveränderung des Herzens ausübt. Die Versuche waren bald gefunden, und wurden an Cadavern von Füchsen angestellt, die mir oft zu Gebote standen, und leicht zu handhaben waren. Kaninchen eignen sich weniger dazu, weil die venae jugulares bei diesen Thieren bekanntlich, ohne sich zu einer obern Hohlader zu vereinigen, sich in den rechten Vorhof auf eine eigenthümliche Weise einmünden.

Das Cadaver wurde auf den Rücken gelegt, auf einem Brette befestigt, die Brusthöhle geöffnet, das Herz vom Herzbeutel befreit, darauf die untere Hohlvene unterbunden, nahe am foramen lacerum und in der obern Hohlvene eine Spritze mit Wasser durch eine Ligatur befestigt. Durch die Spitze des Herzens stach ich nun eine Nadel mit einem Faden, befestigte den letztern, und führte ihn über eine Rolle, welche an einer in das Brett eingeschraubten Eisenstange sich befand; an das freie Ende des Fadens wurde eine Wagschale befestigt, und in dieselbe so viel Gewicht gelegt, als nöthig war, um die Spitze des Herzens in eine der normalen ähnliche Entfernung von der Wirbelsäule zu bringen. Dann unterband ich noch die Pulmonalarterie. So vorbereitet trieb ich den Inhalt der Spritze in das Herz ein, ohne viel Gewalt anzuwenden. Auf der Stelle blähte sich der rechte Vorhof stark auf, die Auricula desselben trat strotzend über der arteria pulmonalis hervor, der rechte Ventrikel nahm sehr an Umfang zu, die Wagschale hob sich, die Spitze des Herzens ging herab und das ganze Herz drehte sich stark um seine Axe von rechts nach links, so daß der linke Ventrikel sich ganz der Wirbelsäule zuwandte, und die Visceralseite des Herzens nur von dem rechten Ventrikel gebildet wurde. Beim Zurückziehen des Stempels der Spritze sank die Wagschale, die Spitze des Herzens hob sich um ebenso viel, als sie früher gesunken war, und es drehte sich das Herz auch wieder in entgegengesetzter Richtung um seine Axe, so daß jetzt die Visceralseite vom rechten und einem Theile des linken Ventrikels mitgebildet wurde. Diesen Versuch habe ich lange angestellt und immer mit demselben Resultate, und seiner Einfachheit wegen habe ich denselben oft in meinen Vorlesungen wiederholt und nie eine Veränderung im Erfolge gesehen. Um indessen das Resultat so sicher als möglich zu stellen, wurden noch folgende Versuche angestellt.

Im zweiten Versuche wurde die vena cava inferior zur Injectionsstelle gewählt. Die Spritze wurde eingebunden, nachdem vorher die obere Hohlvene und die arteria pulmonalis unterbunden waren. Außer der Entfernung des hintern Theiles des Cadavers, um die Injection bequemer machen zu können, blieben die Vorbereitungen dieselben, wie im vorigen Versuche. Die Wirkung war ganz dieselbe; beim Vortreiben des Stempels hob sich die Wagschale, die Spitze sank und das Herz drehte sich um seine Axe, und beim Zurückziehen des Stempels machte das Herz die entgegengesetzten Bewegungen.

Der nächste Versuch sollte die Einwirkung eines Stromes von einer rechten Pulmonalvene aus zeigen. Es wurden die übrigen Pulmonalvenen an ihrer Einmündungsstelle in den Vorhof unterbunden, ebenso die Aorta bei ihrem Austritt aus dem Herzen. Im Uebrigen wurde der Versuch auf dieselbe Weise angestellt wie der vorige, und der Erfolg war genau derselbe, und blieb bei mehrfacher Wiederholung vollkommen gleich.

---

[1]) Müller's Archiv 1841, Hft. I. S. 103.

Nach diesen Versuchen mußte noch eine Injection von einer der linken Pulmonalvenen aus gemacht werden, und die Spritze wurde daher in eine solche eingebunden, und die rechte Pulmonalvene, welche eben zum Versuche gedient hatte, wurde deßhalb mit einer Ligatur umgeben. Hier zeigte sich eine Verschiedenheit im Resultate, die mir anfangs unerwartet war, und doch genauer überlegt, hätte nach den ersten Versuchen voraus bestimmt werden können. Es stieg während der Injection die Wagschale und die Spitze des Herzens senkte sich, beim Zurückziehen des Stempels fiel jene und diese hob sich, allein eine Axendrehung beobachtete ich anfangs gar nicht. Nur als ich schnell und mit größerer Gewalt injicirte, drehte sich das Herz zugleich wenig von links nach rechts um seine Axe und ging bei der Entleerung wieder in seine frühere Lage zurück. Die Axendrehung erfolgte also hier in anderer Richtung als in früheren Versuchen.

Aus den angegebenen Versuchen ließ sich die Folgerung ziehen: »daß das Sinken der Herzspitze zwar abhängig von dem Einströmen des Blutes in die Ventrikel ist, daß aber die Richtung, in welcher das Blut in den Venenstämmen strömt, dabei ganz gleichgültig erscheint. Dagegen scheint die Richtung, in welcher das Blut von den Venenstämmen gegen die Vorhöfe strömt, auf die Axendrehung des Herzens den größten Einfluß zu üben.

Mit diesen Versuchen nicht zufrieden, habe ich noch von allen Venen aus, gleichzeitig Injectionen gemacht auf die in Müller's Archiv beschriebene Weise, und auch hier war das Resultat kein anderes.

Zuletzt blieb noch der Einfluß zu ermitteln übrig, welchen die Rückenlage etwa auf meine Versuche äußerte. Möglich konnte es wenigstens gedacht werden, daß die Versuche anders ausfielen, sobald der Thierkörper in seine normale Stellung gebracht würde. Der Versuch würde auf folgende Weise angestellt. Nachdem ich einem Fuchscadaver die Brust geöffnet, und eine Spritze in der untern Hohlvene mittels einer Ligatur befestigt hatte, unterband ich die übrigen großen Gefäße des rechten Herzens, und schnitt den hintern Theil des Cadavers unterhalb des Zwerchfelles weg. Von einem Assistenten ließ ich mir das Cadaver jetzt mit der Bauchseite nach unten gerichtet halten. Das Herz fiel dabei weit vor; es wurde nun mit einer Nadel ein Faden durch die Spitze hindurchgeführt, aber hier nicht zusammengebunden. Die beiden Enden des Fadens wurden vielmehr um den Thorax des Thieres herumgeführt und oberhalb des Rückens, nachdem sie durch Holzstäbchen aus einander gehalten waren, daß sie nirgends das Cadaver selbst berührten, zusammengebunden. Darauf wurden die vereinigten Enden mit einer Wagschale, wie in den vorigen Versuchen verbunden, und durch aufgelegte Gewichte das Herz in eine Lage gebracht, welche der normalen ähnlich war, und dann zur Injection geschritten. Beim Vortreiben des Stempels wurde die Herzspitze gegen die Wirbelsäule gedrückt und die Wagschale sank, beim Zurückziehen des Stempels hob sich die Wagschale und die Spitze ging wieder nach unten. Auch hier drehte sich bei der Injection das Herz von rechts nach links und bei der Entleerung in entgegengesetzter Richtung.

Wer es scheuen sollte, diese Versuche oder wenigstens den ersten und leichtesten zu wiederholen, kann sich von der Richtigkeit derselben bei jeder Vivisection überzeugen. Man kann durch Streichen einer Hauptvene gegen das Herz oder durch Drücken des rechten Vorhofes etwas Aehnliches

hervorbringen. Entleert man den Vorhof auf diese Weise in den Ventrikel, so senkt sich die Herzspitze und das Herz dreht sich um seine Axe.

Es ist gewiß nicht unwichtig, bei einem so controversen Gegenstande eine sichere Thatsache zu besitzen, und nach dem Vorausgegangenen darf man wohl die Behauptung, daß das Blut, indem es in das arterielle Herz einströmt, dasselbe herabdrückt und etwas um seine Axe von links nach rechts bewegt, als vollkommen begründet ansehen.

Nach Feststellung dieses Factums ist aber auch ein sicherer Ausgangspunkt für die andere Frage, »wovon nämlich das Aufsteigen der Spitze und Anschlagen des Herzens in der Systole abhänge«, gegeben.

Es ist nicht eine Ursache, sondern die Hauptmomente der Systole begünstigen alle diese Bewegung. Unmittelbar läßt sich an den Arterien eine Beobachtung machen, welche mit in die Erklärung gezogen werden muß. In der Diastole werden die Pulmonalarterie und die Aorta etwas gedehnt, und in der Systole kehren dieselben wieder in ihre frühere Lage zurück. Die Veränderung kann nun zwar für sich allein das Herz nicht in die Höhe schnellen, weil sie nicht kräftig genug ist, wie Valentin und J. Heine richtig bemerken. Ich habe indessen auch den Herzstoß nicht von dieser Elasticitätserscheinung in den großen Arterien allein abhängig gemacht. Es ist ein Hülfsmittel für die Bewegung und muß sie begünstigen; man kann sich nämlich davon sehr leicht überzeugen, indem man die Pulmonalarterie gegen die Mitte der Brust hin anzieht. Das Herz hebt sich in diesem Falle leicht in die Höhe.

Es bedarf das Herz im Zustande der Systole aber auch nur einer geringen Veranlassung zu einer derartigen Lageveränderung, um dieselbe ziemlich ausgedehnt und kräftig auszuführen. In meinen früher erzählten Versuchen kehrte die Herzspitze bei der Rücksaugung der Flüssigkeit wohl in Folge der Elasticität der todten Muskelsubstanz in ihre frühere Lage zurück. Das Herz, welches sich in Contraction befindet, wird unter sonst gleichen Bedingungen dieselbe Bewegung viel ausgedehnter und kräftiger machen, weil die lebendigen sich zusammenziehenden Muskelfasern eben mehr als elastisch sind, und Versuch und gewöhnliche Combination erwarten läßt, daß das lebende Herz dieselbe Neigung haben wird, wie das todte, nach Aufhebung des Druckes, welcher seine Spitze herabdrückte, sich zu erheben. Nur erwiesen muß werden, daß der Druck des Blutes, welches in der Diastole das Herz gegen die Wirbelsäule bewegte, mit der Systole nicht mehr wirken kann. Nichts ist leichter, als dieser Beweis, und ich würde es kaum für nöthig halten, ein Wort darüber zu verlieren, wenn ich nicht gerade über diesen Punkt belehrt wäre, daß auch die leichteste Sache oft nicht leicht begriffen wird. Mit dem Beginn der Systole werden durch den Druck des Blutes vom Ventrikel aus die venösen Klappen entwickelt, und sie setzen dem Einströmen des Blutes in die Ventrikel eine Grenze; aber auch jeder weitere Druck, den das Blut vom Vorhofe aus, auf den Ventrikel ausüben könnte, ist compensirt durch den gewiß weit stärkern Druck, welcher von den contrahirten Kammern gegen die Vorhöfe geübt wird. Wer nur einmal die Klappe angesehen hat, dem sind diese Verhältnisse klar; denn die Sehnen dienen offenbar dazu, die Klappe gegen den Druck des Blutes in den Ventrikeln zurückzuhalten, und wo dieses nöthig ist, hat man keine Wirkung irgend eines möglichen Druckes vom Vorhofe aus zu fürchten.

Ein anderer Umstand muß gleichfalls die Bewegung in der bezeichneten Richtung begünstigen. Es ist dieses nämlich die Richtung, in welcher das Blut ausfließt. Bekannt ist es nämlich, daß ein beweglicher Körper, sobald er einen andern schnell und plötzlich in Bewegung setzt, eine Neigung hat, sich

in der Richtung zu bewegen, in welcher der zweite Körper fortgeht. Das Herz ist beweglich, und wird, da das Blut unter dem Drucke der muskulösen Wandungen nur gegen die großen Arterienmündungen abfließen kann, die Lage einnehmen, in welcher das Blut bequem dahin abfließen kann.

Kaum brauche ich zu erwähnen, daß die Erschütterung des Thorax dadurch so bedeutend wird, daß das Herz als ein in der Systole festgewordener Körper die Wandung desselben trifft, und ich stehe nicht an, nach Vorausschickung dieser Erläuterungen, die kurze Erklärung, welche ich in Müller's Archiv von dem Aufrichten der Herzspitze in der Systole gab, hier zu wiederholen und als gerechtfertigt zu betrachten.

Die nächste Veranlassung zum Heben der Spitze des Herzens ist der Umstand, daß die Ventrikel durch Schließung der Klappen vom Blutdrucke befreit, dem Zuge folgen, welchen die gedehnten Arterien nothwendig, indem sie sich wieder verkürzen, auf jene ausüben, daß aber die Bewegung so stark wird, um einen fühlbaren Stoß gegen die Brustwand hervorzubringen, liegt daran, daß das Blut in derselben Richtung durch eine kräftige Zusammenziehung der Muskelfasern fortbewegt wird, und das Herz selbst durch die Contraction eine bedeutende Härte und Festigkeit erlangt.

Während die Herzspitze sich hebt, muß sich das Herz auch wieder um seine Axe, und zwar von links nach rechts drehen, einmal weil es die entgegengesetzte Richtung von der Bewegung ist, welche das einströmende Blut bewirkte, und weil der stärkere linke Ventrikel bei seiner Zusammenziehung gerade diese Richtung begünstigen muß. Es dreht sich demnach das Herz in der Diastole von rechts nach links, weil der Blutstrom vorzugsweise diese Richtung gegen das Herz hat, und in der Systole von links nach rechts, weil die linke Kammer sich kräftiger als die rechte contrahirt.

Der Erklärung, welche wir hier gegeben, ist Gustav v. Gaal in seiner Auscultation beigetreten, und es möchte auch die einzige sein, bei welcher man einen Zweck und die Nothwendigkeit der Lageveränderungen einsähe. In allen anderen Erklärungen erscheint der Herzstoß mehr als eine nicht zu vermeidende Unbequemlichkeit, entweder der Organisation des Herzens überhaupt, oder der Anordnung seiner Muskelfasern. Bringt man sie dagegen mit dem Ein- und Ausströmen des Blutes in Verbindung, so verhält sich die Sache ganz anders.

Vergleicht man die Lage der arteriellen und venösen Mündungen, so sieht man ein, daß es unmöglich ist, daß bei unveränderter Lage das Blut so einströmen kann, daß es auf alle Punkte der Wandung gleichmäßig drückt, und daß es auch so ausströmen könne, wie es die Bogen der Arterien fordern. Beides scheint jedoch ein Erforderniß; denn ist der Blutstrom in der Diastole gegen einen Punkt besonders gerichtet, würden sich nothwendiger Weise an dieser Stelle pathologische Veränderungen zeigen müssen und es ist vielleicht möglich, daß die sogenannten Nebelflecken am Endocardium der Ventrikel in vielen Fällen entstehen, wenn die Lageveränderungen des Herzens durch Krankheiten der Lunge z. B. gehindert sind — und wird in der Systole das Blut nicht so in die Arterien getrieben, wie es die Krümmung derselben verlangt, daß nämlich auf alle Theile ihrer Wandung der Druck gleichmäßig vertheilt ist, so würden sich die Stellen der Arterien erweitern müssen, welche besonders gedrückt wurden; — möglich, daß manche Anenrysmen am Aortenbogen durch gehinderte Lageveränderung des Herzens entstehen.

Sind nun die Kammern beweglich, so wird das Blut im Einströmen dieselben in die Lage bringen müssen, in welcher es am bequemsten einströmt, und beim gehinderten Zufluß werden die Ventrikel mit vieler Kraft in die entgegen-

gesetzte Lage übergehen, und durch das Hinderniß, welches die Brustwandungen bieten, wird die Bewegung nur so stark, wie sie für das bequeme Ausströmen erfordert wird.

Es hat ein sehr bedeutendes Interesse, die Ursachen des Herzstoßes genau zu kennen, da die Eigenthümlichkeiten und Veränderungen desselben in Krankheiten ein sehr wichtiges diagnostisches Hülfsmittel bieten. Ob eine physiologische Erklärung den richtigen Weg eingeschlagen, kann man dadurch am besten prüfen, daß man sie mit dem, was die Beobachtung in Krankheiten lehrt, zusammenhält.

Nach dem Mitgetheilten muß sich die Stärke des Herzstoßes richten einmal nach der Blutmenge, zweitens nach dem Zustande der Muskelmasse des Herzens und drittens nach der Innervation, welche das Gebilde von dem Gehirn und Rückenmarke aus erfährt, wenn wir, in wie weit die Dicke der Thoraxwandungen und ein Exsudat im Herzbeutel darauf influiren, nicht berücksichtigen. Wir brauchen kaum zu erwähnen, daß man in der That bei Blutleere sehr häufig einen schwachen, bei Plethora einen starken Herzschlag beobachtet, daß in der Atrophie derselbe kaum fühlbar und bei Hypertrophie des Herzens sichtlich die Brust erschüttert, und ebenso bekannt ist es, daß bei Nervenleiden der Choc oft sehr stark und oft sehr schwach ist. Die Hauptaufgabe bleibt es, daß man nachweis't, wie die verschiedenen Zustände zu unterscheiden sind, und es lassen sich dafür wenigstens Winke geben, welche in den meisten Fällen ausreichen.

Man muß die Ausdehnung des Herzschlages vor allen Dingen bei der Beurtheilung berücksichtigen. Hier darf man sich jedoch nicht täuschen lassen durch eine bedeutende Verbreitung des Herzschlages, welche mitunter durch pathologische Zustände der Lunge und Exsudate im Thorax bedingt ist. Verdichtete Lungenpartien liegen mitunter unmittelbar am Herzen an, wie manchmal Exsudate so gelagert sind, daß sie bei den Bewegungen des Herzens erschüttert werden müssen. Je allgemeiner diese Zustände verbreitet sind, desto mehr ist daher auch der Herzschlag verbreitet, und man kann bei richtiger Beurtheilung des Verhältnisses sogar die Erscheinung benutzen, um daraus die Ausbreitung des Uebels zu bestimmen. Es läßt sich dieser Fall sehr gut von dem unterscheiden, wo die Verbreitung vom Herzen selbst abhängig ist, weil in jenen der Brustkorb nicht gehoben wird, wie in den letzteren, und weil die Erscheinung nicht in dem Maße schwächer wird, als man sich bei der Untersuchung von der gewöhnlichen Stelle des Herzschlages entfernt. So findet man z. B. den Herzschlag bei Lungenkrankheiten manchmal stark in der rechten Seite an der hintern Thoraxwandung, während derselbe vorn gar nicht fühlbar ist.

Außer der Ausdehnung des Herzschlages muß man die Stärke des letztern immer mit der Stärke und den sonstigen Eigenschaften des Pulses zusammenhalten, dann zu erfahren suchen, ob die anomalen Verhältnisse bleibend oder vorübergehend sind, und endlich die Percussion und Auscultation zu Hülfe nehmen.

Der Herzschlag, welcher in seiner normalen Grenze schwach oder stark wahrgenommen wird und mit dem Pulse im Einklange ist, weis't auf Blutleere oder Plethora hin. Bei Chlorotischen findet man z. B. einen kleinen frequenten Puls, einen für den Grad der Magerkeit schwachen Herzschlag, der aber innerhalb 1½ — 2 Quadratzoll wahrgenommen wird, während bei Apoplektischen der Puls voll, selten, kräftig und der Herzschlag in fast gleicher Ausdehnung stark ist.

Ist der Herzschlag so stark, daß er ein Heben der Thoraxwandung in

stärkerm oder geringerm Grade veranlaßt, und folglich eine größere Ausdehnung als gewöhnlich zeigt, so kann er nach der gegebenen Erklärung nicht vom Blute und dessen Menge abhängig sein. Wo das Phänomen bleibend ist und der Puls entwickelt, voll und kräftig erscheint, kann man nur an Hypertrophie des Herzens denken, und im Falle es vorübergehend ist, muß man es von der Innervation abhängig machen. Und was hier theoretisch entwickelt wird, behauptet die Semiotik, gestützt auf Beobachtungen. Wem ist es nicht bekannt, daß bei Reizzuständen des Gehirns und Rückenmarkes, namentlich aber in der Hysterie, Herzklopfen beobachtet wird, in einem Grade, wie es bei der größten Hypertrophie kaum vorkommt? Es ist aber auch ebenso bekannt, daß man bei Hysterischen wenige Stunden oder Tage nach einem solchen Anfalle oft kaum den Herzstoß wahrnimmt.

Ein starker verbreiteter Herzstoß bei kleinem frequenten Pulse kann vorkommen bei Hypertrophie mit Klappenfehlern, oder bei Blutleere durch einen Reizzustand des Gehirns und Rückenmarkes veranlaßt werden. Der erste Theil der Behauptung bedarf keiner weitern Begründung, und man sieht auch ein, daß man nur auf den bezeichneten Zustand schließen kann, wenn das Phänomen ohne großen Wechsel fortdauert. Den zweiten Fall darf man vermuthen, wo das Phänomen vorübergehend ist. Es zeigt auch gerade dieser Fall, wie wichtig es ist, die Ursache des Herzstoßes genau zu kennen; denn diese Kenntniß giebt nicht bloß die Mittel für die Diagnose, sondern was viel mehr ist, sie leitet die Untersuchung. Es ist gewiß kein geringer Vortheil, bei einer Blutung, wo der Puls unter den Fingern unzählbar und so klein und schwach wird, daß er bei aufgehobenem Arme verschwindet, während der Herzschlag die Brust stark hebt, mit Sicherheit alle Untersuchungen über eine mögliche Hypertrophie bei Seite setzen zu können, und ohne weitern Zeitverlust vollkommne Freiheit in der Anwendung der geeigneten Mittel zu haben. Bei der gegebenen Erörterung über den Einfluß des Gehirns auf den Herzschlag und die Momente, welche das Anschlagen des Herzens an die Brustwand verursachen, kann man in ähnlichen Fällen nie zweifeln. Wenn die Blutmenge gering ist, kann der Puls nicht stark sein, und wenn das Herz sich noch so stark zusammenzieht; denn die Stärke des Pulses hängt von der Ausdehnung ab, welche die Arterien erleiden. Das Herz kann aber bei einer geringen Blutmenge in Folge einer aufgeregten Hirnthätigkeit sich sehr stark contrahiren, und da von der Stärke der Contraction die Kraft, womit es sich hebt, abhängig ist, die Brust sichtbar erschüttern.

Die gegebene Theorie läßt uns auch nicht bei der Untersuchung entgegengesetzter Zustände im Stiche. Ein schwacher oder gar nicht fühlbarer Herzschlag, von sehr geringer Ausdehnung, wird im Falle er bleibend sich findet, entweder davon abhängen, daß Exsudate das Herz am Anschlagen an die Brustwand hindern, oder auf Atrophie des Gebildes schließen lassen. Ein Puls, welcher dem Herzschlage nicht entspricht, sich aber gleich bleibt, wird auf Exsudate hinweisen, ein entsprechender Puls auf Atrophie. Vorübergehend kann der Herzschlag bei ganz normalen Verhältnissen schwach oder unfühlbar werden durch Einwirkung des Gehirns, wie es bei deprimirenden Leidenschaften, oft bei Melancholischen der Fall ist, und selbst bei Atrophie des Herzens von Zeit zu Zeit sehr fühlbar werden, wie z. B. in leidenschaftlicher Erregung.

Ueber Regelmäßigkeit und Gleichmäßigkeit des Herzstoßes gilt das, was bereits früher über die ähnlichen Veränderungen des Pulses mitgetheilt wurde.

3. Von den Herzgeräuschen oder Herztönen.

Kaum möchte in der Physiologie noch ein Kapitel zu finden sein, welches mehr bearbeitet, ohne großen Erfolg, und reicher an Controversen mit wenig Aussicht zur endlichen Lösung sein möchte. Es giebt auch keinen Punkt auf diesem Felde, der nicht nur nicht bestritten, sondern nicht auch auf die allerentgegengesetztesten Weisen erklärt würde; neben den scharfsinnigsten Ansichten halten sich die gewagtesten Behauptungen und mit den ausgezeichnetsten planmäßigen Untersuchungen treten die grundlosesten Meinungen in die Schranken. Es ist dieser Zustand einer für die Diagnose der Herzkrankheiten höchst wichtigen Frage um so mehr zu beklagen, weil er zu einem Vorwurfe für die neuere Physiologie dienen kann und gedient hat. Dieser Wissenschaft kann indessen nichts zur Last gelegt werden, weil sie kaum gehört ist in der Entscheidung der Streitfrage, der sich meistens die Pathologen bemächtigt haben.

Am unerfreulichsten ist der Ueberblick über die Meinungen, welche hinsichtlich der Coincidenz der Herztöne mit anderen Momenten der Herzthätigkeit vorgetragen sind, gleichsam als hätte die erste Ansicht darüber, welche man nur als verfehlte bezeichnen kann, die Untersuchung irregeleitet.

Laennec leitet den ersten Herzton von der Contraction der Ventrikel, den zweiten, von der Contraction der Vorhöfe ab, und bringt daher zwei Erscheinungen in eine sächliche Verbindung, die nicht einmal isochron sind. Wie kann das zweite Geräusch mit der Contraction der Vorhöfe zusammenfallen, da die letztere der Contraction der Ventrikel vorausgeht? Lange hat die Meinung fast vollständige Gültigkeit gehabt, und auch bis jetzt hat dieselbe noch Anhänger, vorausgesetzt daß Pigeaux sein neuestes Glaubensbekenntniß in diesem Punkte nicht abermals geändert hat. Marc d'Espine behauptet gleichfalls, daß der zweite Ton mit der Erweiterung der Ventrikel und der Contraction der Vorhöfe zusammenfalle, verfällt aber in noch gröbere Fehler, als Laennec selbst, weil er eine Pause zwischen dem ersten und zweiten Tone annimmt, und dabei angiebt, diese falle zusammen mit der kurzen Zeit der Ruhe, welche zwischen der Contraction der Ventrikel und Vorhöfe sich finde, und die mit der allgemeinen Ruhe, die nach der Contraction der letzteren stattfindet und isochron mit der großen Pause nach dem zweiten Geräusche ist, nicht verwechselt werden darf. Es bedarf keiner Widerlegung, weil der Augenschein bei Vivisectionen zu sehr gegen ihn zeugt.

Corrigan und Stokes, denen auch Burdach sich anschloß, und Pigeaux in seinem frühere Versuche über die Herztöne beipflichtete, ließen das erste Geräusch mit der Systole der Vorkammern, und das zweite mit der Systole der Kammern zusammenfallen. Die Meinung ist von ihren Urhebern verlassen worden, wie von ihren früheren Vertheidigern; in etwas modificirter Form kehrte sie aber in Beau's Abhandlungen[1]) wieder. Der erste Ton fällt mit der Contraction der Vorkammern zusammen, wird aber hervorgebracht durch den dadurch bewirkten plötzlichen Uebertritt des Blutes in den leeren (!) Ventrikel; der zweite fällt mit der Contraction der Ventrikel zusammen, es erzeugt denselben aber das plötzliche Einströmen des Blutes aus den Venen in den Vorhof; so lautet die neue Variation des alten Thema's.

Piorry wird häufig die Meinung in den Mund gelegt, daß der dumpfe erste Herzton mit der Zusammenziehung des linken und der helle mit

[1]) Archives générales de médecine. Dec. 1835 u. Janv. 1839.

der Zusammenziehung des rechten Herzens zusammenfalle, während er nur behauptet, daß man versucht werden könne, dieses anzunehmen, wenn es nicht mit Allem, was man von der Ordnung und Folge in der Zusammenziehung der Herzhöhlen glaubte und wüßte, im Widerspruch wäre.

Es läßt sich schwer annehmen, daß sich die eben geschilderten Meinungen auf Versuche gründeten, und nur für die Ansichten von Burdach, Corrigan und Stokes kann man einige zweifelhafte Thatsachen bei Versuchen zu finden glauben. Was Versuche wirklich lehren, hat zuerst Turner behauptet, nach ihm Hope, Magendie und Bouillaud, und ist jetzt von allen Physiologen wenigstens als feststehend angenommen. Das erste Geräusch fällt zusammen mit der Systole der Kammern, das zweite in den Anfang der Diastole der Kammern. Das erste dauert während der ganzen Systole, das zweite nur kurze Zeit und füllt die Zeit der Diastole nicht aus. Es ergiebt sich constant dieses Resultat, wenn man das Stethoskop auf das bloßgelegte Herz eines Säugethieres auffsetzt, und auch für Den, welcher den Versuch scheut, müssen die ausgezeichneten Versuche der verschiedenen Comité's zur Erforschung der Herzgeräusche von der British Association vollkommen überzeugend sein.

Für die Erforschung der Ursache der Herztöne ist eine zweite Frage von bedeutendem Interesse, nämlich, »an welcher Stelle des Herzens werden die beiden oder das eine und das andere Geräusch am stärksten gehört?« Am Thorax eines gesunden männlichen Individuums hört man zwischen der vierten und fünften und fünften und sechsten Rippe in der Nähe des Brustbeines auf der linken Seite das erste Geräusch am deutlichsten und stärksten. Den zweiten Ton hört man da, wo die großen Arterien liegen, sehr deutlich. Mit diesen Angaben stimmen die Versuche von Charles Williams, die wir außerdem aus Autopsie bestätigen müssen; am bloßgelegten Herzen hört man überall am ganzen Ventrikel den ersten Ton gleich deutlich, den zweiten dagegen am deutlichsten an der Ursprungsstelle der großen Arterien mittels des Stethoskopes.

Skoda hat hier eine andere Ansicht aufgestellt, und läßt sich dabei lediglich von Beobachtungen an gesunden und kranken Menschen leiten. Er behauptet, daß die beiden Herzkammern, die Aorta und Pulmonalarterie, jede für sich sowohl den ersten als zweiten in der Herzgegend wahrnehmbaren Ton hervorbringen. Die Gründe für diese Meinung sind folgende: »1. Man hört die Herztöne bei verschiedenen Menschen an verschiedenen Stellen am deutlichsten, bald an der Stelle, wo das Herz anschlägt, bald da, wo die Mündungen der art. pulmonalis und aorta liegen.« Die Beobachtung ist vollkommen richtig, man findet indessen einen sehr großen Unterschied selbst bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten, und als Regel kann man dieses Verhalten nicht hinstellen, es ist vielmehr die Ausnahme. Im nächstfolgenden Satze sagt Skoda selbst, daß man manchmal beim Auscultiren der Herzgegend den ersten Ton als langgedehnten vernehme, während an der Stelle, wo die Arterienmündungen liegen, beim Auscultiren der Accent auf den zweiten Ton zu fallen scheine. 2. »Die Töne differiren über dem linken und rechten Ventrikel an Stärke und Helligkeit, mitunter selbst in der Schallhöhe.« Das Letztere müssen wir bestimmt in Abrede stellen, und Unterschied in Stärke und Helligkeit mahnen bloß, daß man darauf Rücksicht nehme bei Erklärungsversuchen, und wofern sie vom Herzen und nicht von seiner Umgebung abhängen, keine Theorie

aufstelle, wobei dieses absolut unmöglich erscheine. »3. Auscultirt man oberhalb der Basis des Herzens — etwas über der Mitte des Brustbeines, am rechten Rande des Brustbeines, unter welcher Stelle die Aorta verläuft, so wird man zuweilen die Töne in Stärke und Helligkeit und in sehr seltenen Fällen auch in der Schallhöhe von jenen verschieden finden, welche man beim Ansetzen des Stethoskopes in gleicher Höhe, aber etwa einen Zoll links vom Brustbeine erhält.« So aufmerksam ich beim Auscultiren Gesunder auf diesen Punkt seit lange gewesen bin: so kann ich doch nicht bestätigen, daß eine verschiedene Schallhöhe in den Tönen wahrnehmbar sei, und die Verschiedenheiten an den angegebenen Stellen sind nur solche, welche sich aus den anatomischen Lageverhältnissen leicht erklären. »4. Bei Herzkranken hört man zuweilen in der Gegend des linken Ventrikels ein Aftergeräusch und in der Gegend des rechten Ventrikels und oberhalb der Basis des Herzens beide Töne deutlich; ebenso soll man im linken Ventrikel und oberhalb der Herzbasis die beiden Töne und im rechten ein Geräusch vernehmen.« Das Letztere ist mir nicht vorgekommen, doch ist die Gelegenheit, welche Skoda zum Auscultiren hat, so ausgebreitet, daß die Wahrheit des Gesagten nicht bezweifelt werden kann. Was den ersten Theil des Satzes anlangt: so habe ich in der linken Seite in diesen Fällen die Töne nicht gehört, sondern hauptsächlich in der rechten Seite, und am rechten Herzen. Ja es kommt dieser Fall so eigenthümlich vor, daß man selbst in der ganzen linken Seite ein Aftergeräusch vernimmt, was je mehr man das Stethoskop nach rechts aufsetzt, immer schwächer wird, bis endlich an einem vom Herzen sehr entfernten Punkte der rechten Seite beide Herztöne ohne Aftergeräusch gehört werden. Da man über die Art und Weise, wie die Töne sich in der Brusthöhle fortpflanzen, keine sichere Thatsache kennt, und noch weniger die Veränderungen, welche die Töne durch die Fortpflanzung selbst erleiden können, aus bekannten Gesetzen zu bestimmen vermag, so möchten die von Skoda angegebenen Gründe nicht ausreichen, um den Satz festzustellen.

So weit wir also bis jetzt die Frage über die Ursache der Herzgeräusche beurtheilen können, muß der erste Ton aus einem Momente der Kammersystole erklärt werden, welches während der Dauer der Systole sich nicht ändert; es muß ferner ein Moment sein, welches innerhalb der Grenze des gesunden Lebens beträchtliche Verschiedenheiten bieten kann, weil der Ton bei einem und demselben Individuum vielfache Veränderungen erleidet.

Der zweite Ton muß aus einem Momente der Diastole erklärt werden, welches nothwendig bei beginnender Erschlaffung des Herzens eintritt und nur kurze Zeit dauert. Es muß sich ferner daraus begreifen lassen, daß am bloßgelegten Herzen das Geräusch in der Nähe der Arterien am stärksten und deutlichsten ist.

Eine große Menge von Erklärungen der Herztöne sind unter dieser Voraussetzung, welche den strengsten Thatsachen entnommen sind, völlig unhaltbar. Die Grundtheorien, welche anderen zur Basis gedient haben, sind aber folgende.

Die erste Erklärung von Laennec sieht beide Herztöne als Wirkung der Muskularaction an. Der erste wird von der Contraction der Kammern, der zweite von der Contraction der Vorkammern gebildet. Zusammenziehungen von Muskeln geben einen Ton, und für das erste Geräusch kann die Erklärung von Laennec richtig sein, für das zweite ist sie

es bestimmt nicht, weil das Geräusch dem ersten vorausgehen müßte, und kaum gesondert wahrgenommen werden könnte.

Aus der Blutbewegung werden beide Töne von verschiedenen Beobachtern sehr verschieden erklärt. Hope ließ aus dem Zusammentreffen der Blutmolecüle in der Systole und Diastole in einer frühern Ausgabe seiner Schrift die beiden Töne entstehen, und nahm später seine Behauptung zurück. Aus dem Anschlagen des Blutes gegen die Wandungen des Herzens in der Diastole und gegen die Wandungen der Arterien in der Systole versinnlichte sich Pigeaux die Entstehung beider Töne, wogegen zu erinnern ist, daß Systole und Diastole nicht so plötzliche Momente sind, wie es hier angenommen werden muß. Auch Corrigan hatte theilweise diese Ansicht; später hat er sie zurückgenommen und Pigeaux die Reibung des Blutes in den Herz- und Arterienhöhlen eine Rolle spielen lassen. Burdach glaubte, daß in der Systole der Kammern das Blut aus denselben in einen lufthaltigen Raum ströme, wie es in der Diastole bei dem Uebergang in den Ventrikel Luft vorfinde, und meint, daß die Vermischung beider Flüssigkeiten die Töne erzeuge — eine Meinung, welche nie Anklang gefunden hat. Das Blut kann man auf diese Weise nicht bei Theorien benutzen. Das erste Geräusch dauert fort, wenn auch das Herz ausgeschnitten und blutleer sich zusammenzieht, wenn man das Einströmen des Blutes durch Verstopfung der venösen Mündungen hindert, wie bereits aus den Versuchen der British Association vielfältig sich ergab. Man kann auch nur Blasbalggeräusche mittels Flüssigkeiten in ähnlichen Verhältnissen erzeugen, und wie Piorry behaupten konnte, mittels Injectionen in das Herz die normalen Töne nachgeahmt zu haben, bleibt uns noch heute ein Räthsel.

Magendie stellte auch eine Reihe von Versuchen über die Herztöne an mit dem Resultate, daß der erste Herzton vom Anschlagen der Spitze des Herzens gegen die Brustwand, der zweite vom Anschlagen der Basis des Herzens gegen die Thoraxwandung in der Diastole herrühre. Niemand kann leugnen, daß der Impuls des Herzens einen Ton gebe, da das contrahirte Herz als ein fester Körper, welcher mit Kraft gegen die Brustwand anschlägt, nach allen Gesetzen der Physik einen Ton erzeugen muß. Es wird auch leicht Jeder, der auscultirt, sich davon überzeugen können, weil Fälle vorkommen, wo man in einer geringen Entfernung von einem Kranken den Herzstoß sieht und hört, während man erst bei dem Auflegen des Ohres die Töne hört. Wer an nervösen Palpitationen leidet, oder von starkem Herzklopfen aus irgend einer Ursache befallen wird, kann an sich selbst ähnliche Erfahrungen machen. Man hört in solchen Fällen namentlich im Bette mit jedem Herzstoße ein Geräusch, welchem kein zweites folgt. Es kann indessen der Impuls nicht die Quelle des ersten Herztones sein, weil nach Entfernung der Thoraxwandung der Ton noch vernommen wird. Selbst an Kaninchen und Hähnen kann man sich davon überzeugen, noch besser aber an einem großen Thiere; ja man kann bei Vivisectionen das Herz aus dem Thorax heraushängen lassen, kann es in Werg oder Baumwolle einwickeln und man hört doch noch den ersten Ton. Es kann daher möglicher Weise das Anschlagen der Spitze den ersten Herzton verstärken, allein die alleinige Ursache desselben ist es nicht. Der zweite Ton läßt sich gar nicht auf die von Magendie angegebene Weise ableiten; auch dieser dauert unter denselben Verhältnissen wie der erste fort. Das Herz kommt zudem unter normalen Bedin-

gungen nicht in der Diastole mit der Brustwand in Berührung, und wo eine solche stattfände, könnte kaum ein hörbarer Ton, am allerwenigsten ein so begrenzter klarer Ton, wie der zweite Herzton hervorgebracht werden, weil das erschlaffte Herz nur mit geringer Kraft sich anlegen kann.

Die Theorie, welche die meisten Anhänger zählt, wurde eigentlich zuerst von Carswell für das zweite Geräusch aufgestellt, später trat sie in erweiterter Gestalt auf, und Rouanet und Billing streiten über die Priorität der Entdeckung. Sie macht das erste Geräusch abhängig von der Entwicklung der venösen, das zweite von der Entwicklung der arteriellen Klappen. Bouillaud schloß sich dieser Erklärung an, indem er sie noch dahin modificirte, daß er das erste Geräusch aus dem plötzlichen Niederdrücken der Sigmoidalklappen und aus der Entwicklung der venösen Klappen erklärte, während er das zweite aus dem Herabsinken der venösen und der plötzlichen Spannung der arteriellen Klappen entstehen läßt. Auch Skoda schließt sich der Klappentheorie an, wenngleich nicht so vollständig, wie Bouillaud. Das erste Geräusch in jedem Ventrikel erklärt er aus der Entwicklung der venösen Klappen, das zweite Geräusch in den Ventrikeln entsteht häufig aus der Entwicklung der arteriellen Klappen, in manchen Fällen glaubt aber Skoda, daß man eine andere Ursache desselben suchen müsse, ohne sich bestimmt für eine solche zu entscheiden. Das erste Geräusch in den Arterien soll durch plötzliche Spannung der Arterienhäute entstehen, das zweite durch die Aufhebung der arteriellen Klappen.

Die Versuche von Charles Williams und der verschiedenen Comité's der British Association in verschiedenen Zusammenkünften geben eine Kritik dieser Meinungen, und stellen zu gleicher Zeit die einzige mögliche Erklärung der Herztöne auf, vorausgesetzt, daß man Versuche und nicht leere Hypothesen einer solchen zu Grunde legen muß. Einen großen Theil dieser und in jedem Falle die wesentlichsten können wir aus vielfältiger, eigener Erfahrung bestätigen.

Das erste Geräusch dauert fort nach Entfernung des Brustbeines, wiewohl schwächer, es dauert fort, wenn man einen Finger in das ostium venosum des linken Ventrikels einführt und den rechten durch diesen Finger zusammendrückt, es dauert selbst fort am ausgeschnittenen und blutleeren Herzen, sobald es sich noch contrahirt. Es kann daher das erste Geräusch nicht von den Bewegungen der venösen Klappen abhängig gedacht werden. Damit stimmen auch Versuche von Magendie überein, welcher die Klappen zerstörte und nichts destoweniger die Töne forthörte. Wäre wirklich die Bewegung der Klappen die Ursache dieses Tones, so müßte sie stärker sein, als sie wirklich ist; man kann nämlich durchaus außen am Herzen beim Beginn der Contraction, weder am linken noch am rechten Ventrikel einen Eindruck von der Thätigkeit der venösen Klappen wahrnehmen. Legt man die Hand oder den Finger an die Basis des Herzens, so fühlt man im Momente der Contraction nicht die leiseste Erschütterung, die doch vorhanden sein müßte, wenn die Klappenlappen kräftig an einander geschlagen würden, oder das Blut stark dagegen anträfe. Dieser Umstand spricht noch sehr für die früher entwickelte Theorie der Klappenbewegung, nach welcher ohnehin kein Ton bei der Entwicklung dieser häutigen Ventile entstehen kann. Die Klappe wird einfach vorgeschoben und trennt die Blutmasse durch Verschließung des Vorhofes, so wie man die Wassermasse eines Gefäßes leicht und ohne alles Geräusch durch Aufrichtung eines Brettes, welches auf den Bo-

den desselben liegt, trennen kann. Man kann aber auch keinen Ton durch Entwicklung der Klappen veranlassen, obwohl man dieselben durch Flüssigkeiten, welche man gegen sie strömen läßt, aufblähen kann. Einen erheblichen Grund gegen diese Theorie macht endlich das Dubliner Comité, indem es angiebt, daß die Entwicklung der Klappen nur im Anfange der Systole stattfindet, und von weit kürzerer Dauer ist als die Systole selbst. Soll ein Ton mit den Klappen hervorgebracht werden, so kann er nur ganz im Anfange der Systole entstehen, wenn das Blut gegen die nicht entwickelten Klappen träfe, die späteren Veränderungen der Klappen, mag man sich dieselben denken wie man will, würden nie zur Erzeuzung eines hörbaren Schalles dienen können.

Alle übrigen Ansichten, welche von Reibung oder vom Blute den ersten Herzton erklären, sind durch diese Versuche gleichfalls widerlegt. Es bleibt nur die Ansicht, welche den ersten Herzton als Muskelgeräusch betrachtet. Die Muskeln geben nun in der That bei ihrer Zusammenziehung ein Geräusch, welches nicht bloß beim Beginn der Contraction eintritt und aufhört, sondern während der ganzen Contraction dauert. Zuerst machte Wollaston darauf aufmerksam und später theilte Ermann darüber noch interessante Thatsachen mit. Man hört dieses Geräusch sehr gut, wenn man ein Stethoskop auf den Buccinator, den Masseter bei Bewegungen des Unterkiefers, an den Hals bei einer Zurückbeugung des Nackens, auf den Biceps bei aufgehobenem Vorderarme auffetzt. Am besten soll man indessen das Muskelgeräusch wahrnehmen an den Bauchmuskeln eines kräftigen Mannes. Bei einer schnellen und starken Zusammenziehung irgend eines Muskels hört man in der That ein Geräusch, welches dem ersten Herztone ähnlich ist, es gehört nur einige Uebung dazu, weil mitunter fremde Geräusche das eigentliche Muskelgeräusch verdecken.

Außer der Aehnlichkeit, welche das Muskelgeräusch mit dem Herztone hat, ist dieser Meinung kein Versuch entgegen, sondern alle rathen die Annahme derselben auf dem Wege der Exclusion. Es dauert der Ton so lange als die Systole, und das Geräusch, welches Muskelzusammenziehungen begleitet, dauert auch immer während der Zusammenziehung ununterbrochen fort. Am ausgeschnittenen Herzen ist kein Blut, welches einen Ton veranlassen könnte, vorhanden, die Klappen sind ruhig, das einzige Moment der Herzthätigkeit ist die Contraction der Muskelfasern. Da ferner der erste Herzton selbst in der Norm einer beträchtlichen Veränderung fähig ist, bald dumpfer, bald heller sein kann: so ist auch keine von allen Theorien, welche nur entfernt die Möglichkeit einer Erklärung dieses Wechsels zeigte, außer der angegebenen. Zahllose Modificationen sind in der Art und Weise, wie wir die Muskeln spielen lassen können, gegeben; das Geräusch verändert sich bei jeder, und der Puls zeigt, daß auch die Contractionen des Herzens auf sehr verschiedene Weise abgeändert erscheinen können, mithin muß auch der Ton hier Veränderungen erleiden.

Obgleich man am bloßgelegten Herzen den Ton nur von der Muskelcontraction ableiten kann: so muß man doch zugeben, daß bei unversehrtem Thorax auch das Anschlagen der Spitze an die Brustwand einen Ton hervorbringe, der mit dem Muskelton zusammenfallen muß. Früher waren auch Williams und die übrigen Mitglieder des Comité's der Meinung, daß der Herzstoß den ersten Herzton verstärke, in der neuesten Zeit haben sie die letztere Behauptung zurückgenommen. Meine eigenen Versuche lassen indessen nicht zu, etwas Anderes anzunehmen, und Jeder kann sich

auch leicht von dem Antheile des Anschlages der Herzspitze an die Brustwand überzeugen, wenn er in verschiedenen Lagen einen gesunden Menschen auscultirt. Legt man denselben auf den Rücken, ohne den Kopf zu erhöhen, so zeigt sich das erste Geräusch dumpfer und schwächer; läßt man ihn dagegen sich vorwärts beugen, so hört man den ersten Herzton deutlicher, heller und stärker.

Was man auch gegen diese Art und Weise, den Herzton zu erklären einwenden mag, so ist doch die Erklärung, welche die British Association auf Versuche gestützt, vom zweiten Herztone gab, unzweifelhaft richtig. Es wird der zweite Herzton aber betrachtet, als hervorgebracht durch das Anstoßen des beim Beginn der Diastole in den Arterien gegen den Ventrikel zurückströmenden Blutes gegen die entwickelten Sigmoidalklappen.

Durch mehre Versuche wurde constatirt, daß das Geräusch in der Nähe dieser Klappen am deutlichsten wahrgenommen werde. Andere Versuche zeigten ferner, daß wirklich ein Zurückströmen des Blutes nach der Systole in den Arterien stattfinde. Dieses nimmt man wahr, wenn man den Finger auf die Aorta legt in der Nähe der Mündung und das Gefäß etwas drückt. Beim Zurückströmen des Blutes fühlt man eine kleine Erschütterung oder einen Stoß, ein Beweis, daß das Phänomen stark genug ist, um einen Ton zu erzeugen.

In weiteren Versuchen wurde eine Tasche der Sigmoidalklappen an jeder Arterienmündung mittelst einer feinen gekrümmten Nadel, welche durch die Arterie geführt wurde, aufgespießt. Beim Rückfließen des Blutes nahm man in diesen Fällen mit dem Finger keinen Stoß wahr und das zweite Geräusch war verschwunden. An seiner Stelle hörte man zuweilen ein blasendes Geräusch, in anderen Fällen nahm man keinen Schall wahr. Wurde bloß in einer Arterie eine Tasche aufgespießt, so war der zweite Ton schwächer, und in einem Versuche nahm man dieses besonders wahr, als nämlich eine Nadel aus einer Arterie zufällig herausgeschlüpft war; der Ton verschwand wieder nach ihrer Einführung.

Schneidet man die Arterien von einem Herzen ab, welches noch lebendig schlägt, so dauert der erste Herzton fort, der zweite hat aber auf der Stelle aufgehört. Ebenso hört man wohl an einem ausgeschnittenen Herzen den ersten Ton, allein nie den zweiten.

Die Versuche sind vollkommen beweisend und wir können es daher auch unterlassen, weitere Theorien über die Entstehung des zweiten Tones anzuführen. Sehr häufig sind diese nicht einmal weiter begründet, wie denn David Williams einfach behauptet, der zweite Ton rühre von dem Zurückziehen der Auriculoventricularklappen her. Es bedarf auch keiner Erwähnung, daß es noch eine große Anzahl von Meinungen über die Töne außer den genannten giebt; sie haben indessen keine eigenthümlichen Elemente, sondern sind bloß aus zwei oder sogar mehren der genannten Ansichten combinirt.

Ueber die Verbreitung der Herztöne.

Die Herztöne sind oft weit in der Brust verbreitet wahrzunehmen, und nicht selten hört man dieselben auch in den großen Körperarterien, sehr häufig z. B. in der Carotis, und manchmal in der Cruralis, in allen Fällen aber nur mittels der Auscultation. Diese Erscheinung genauer zu kennen ist für die Diagnose der Herzkrankheiten von der größten Wichtigkeit.

An dem Thorax kann man die Geräusche wahrnehmen, indem sie entweder von den Brustwandungen über ihre Ursprungsstelle hinaus verpflanzt, oder von dem Lungengewebe, oder von dem Blute in den Stämmen der Lungenarterien fortgeleitet werden. In der Mitte des Rückens kann man die Töne aus der Aorta hören, wenn man annehmen kann, daß die letzte Erklärung richtig ist.

Das normale Lungengewebe leitet die Geräusche nicht, weil man z. B. bei einer starken Inspiration bei einem gesunden Manne die Herzgeräusche dumpfer hört. Pathologisch verändertes Lungengewebe kann sie indessen leiten. Ueberall in Krankheiten, wo die Lunge dichter wird, können die Herzgeräusche von der verdichteten Partie, wenn sie mit dem Herzen in Verbindung steht, geleitet werden. Dasselbe möchte der Fall sein mit Exsudaten. Man hört aber bei vollkommen gesunden Lungen mitunter die Herztöne weit am Thorax verbreitet, und für diese Fälle muß man eine andere Erklärung suchen.

Die Annahme, daß die Thoraxwandungen die Töne leiteten, hat große Schwierigkeiten. Einmal sind die Thoraxwandungen nur im Anfange der Systole mit dem Herzen in Berührung und es möchte nach physikalischen Gesetzen nicht leicht zu begreifen sein, wie z. B. das zweite Geräusch auf die Brustwand durch die Arterien übertragen werde. Weiter hört man oft die Herztöne an allen Stellen der Brust gleich deutlich und klar, indessen auch nur im Umfange der Brust. Wären es die Wandungen, welche die Töne leiteten: so müßte man die Töne ebenso nach der Bauchhöhle hin vernehmen, was mir wenigstens nicht vorgekommen ist.

Es bleibt daher nichts übrig, als das Blut in den Aesten der Lungenarterie als Leiter der Töne zu betrachten. Die Annahme hat physikalisch nichts gegen sich. Erzeugen die Muskelfasern, indem sie sich contrahiren, das erste Geräusch, so muß dieses leicht auf das Blut, welches mit dem membranösen Muskel in Berührung ist, übertragen werden, und sich im Blute des Gefäßsystems weiter verpflanzen. Noch leichter begreiflich ist es, wie man den zweiten Ton in den Arterien hören kann. Er entsteht durch das Zusammentreffen des Blutes mit den Klappen, also in der Flüssigkeit gewissermaßen selbst und wird daher ebenso gut weiter geleitet, wie der Schall, welchen zwei unter Wasser an einander geschlagene Steine erzeugen, in einem Bache oder Flusse weiter geleitet wird.

Factisch ist es ferner, daß man in den Körperarterien zwei Töne wahrnimmt, welche den Herztönen ähnlich sind; der erste derselben ist dumpf und schwach, der zweite ziemlich hell und stark. Skoda glaubte, daß diese Töne in den Arterien erzeugt würden, allein eine Erzeugung des ersten Schalles ist in den Arterien nicht möglich, weil die Bewegung des Blutes und die Ausdehnung in diesen Gefäßen immer nur ein blasendes Geräusch geben würde. Den zweiten Ton leitet Skoda auch von dem Anschlage des Blutes an die Semilunarklappen ab, wenn er in den Arterien vorkommt. Wir haben schon früher die Töne in den Arterien aus der Leitungsfähigkeit des Blutes erklärt, und müssen auch noch jetzt dasselbe behaupten. Man kann und darf nicht aus dem Factum, daß die Töne manchmal deutlicher sind in den Arterien, als an der Brust, schließen, daß sie in den Gefäßen erzeugt werden. Zunächst kann man bloß daraus schließen, daß in solchen Fällen die Leitung durch die Wandungen der Brust auf irgend eine Weise gehindert ist, während in den Arterien kein Leitungshinderniß die Töne schwächt, in und den meisten Fällen wird man das Hinderniß auffinden können. Es

giebt indessen Fälle, wo man es nicht auffindet, und dann spricht der Umstand, daß das Mißverhältniß in der Stärke der Töne in den Arterien und am Herzen kein dauerndes ist, sondern nach einiger Zeit schwindet, wohl kaum für Skoda's Meinung, sondern gewiß nur dafür, daß ein Hinderniß existirte, welches entfernt wurde. Mir wenigstens ist es nicht vorgekommen, daß bei einem Menschen immer die Töne in den Arterien stärker gewesen wären, als am Herzen. Ausdrücklich will ich aber noch bemerken, daß hier nur von den Tönen in den großen Körperarterien die Rede ist, welche man mit der Systole und Diastole des Herzens isochron in den Arterien hört, und welche wesentliche Aehnlichkeit mit den Herztönen selbst haben. Man hört mitunter in den Arterien nur einen Schall, der ziemlich stark ist, während der Systole des Herzens, und von diesem ist hier nicht die Rede. Er entsteht in den Arterien und ist auch seiner Natur nach ein blasendes Geräusch.

Verschiedenheiten der Herztöne.

Die Herztöne bieten eine sehr große Anzahl von Verschiedenheiten dar, welche in verschiedener Stärke, Reinheit und Höhe bestehen, mitunter soll selbst ihre Zahl verändert sein. Leitet man die Töne von den Muskeln ab, so wird man nie ein großes Gewicht in diagnostischer Hinsicht auf diese Veränderungen legen können, weil die Modificationen in der Thätigkeit dieser Gebilde innerhalb der Grenze der Norm zu bedeutend sind, um nur mit einem Scheine von Wahrscheinlichkeit die pathologischen Erscheinungen herausfinden zu können. Laennec nahm an, daß ein dumpfer schwacher, erster Ton ein Zeichen von Hypertrophie, und ein heller, weit verbreiteter erster Ton ein Zeichen von Erweiterung mit Verdünnung der Wandungen des Herzens seien, ein semiotischer Ausspruch, welcher nach dem Vorausgegangenen kaum in einem Falle Gültigkeit haben kann.

Man nimmt ferner an, daß die Herztöne doppelt gehört werden können, und wir sind früher selbst der Meinung gewesen. Viele Fälle dieser Abnormität lassen indessen eine ganz andere Erklärung zu. Besonders aufmerksam wurde ich bei einer Kranken, welche an Hydrothorax litt, auf die in Frage stehende Erscheinung. Es schienen nämlich hier die Töne sich vervielfältigt zu haben, und in der That hörte man zwischen einem zweimal erfolgten Anschlage an die Brust mitunter sechs Töne, die hinsichtlich der Stärke und Helligkeit die größten Verschiedenheiten zeigten. Bei einer gleichzeitigen Untersuchung des Pulses, der in hohem Grade unregelmäßig und ungleichmäßig war, ergab sich jedoch, daß immer zwischen zwei Pulsschlägen zwei Töne gehört wurden. Die Täuschung war daher entstanden, daß mitunter nach einem stärkern Anschlage an die Brust das Herz sich noch mehrmal schnell und so schwach contrahirte, daß kein Anschlagen seiner Spitze gefühlt wurde. Seit der Zeit sind mir ähnliche Fälle öfter vorgekommen und durch die gleichzeitige Beachtung des Pulses habe ich mich immer aus dem Wirrwar von Tönen finden können, so daß ich zweifelhaft geworden bin, ob man wirklich mehr als zwei Töne zwischen zwei Pulsschlägen jemals hören kann. In keinem Falle aber, wo man mehr als zwei Töne hört, namentlich vielleicht nur den zweiten doppelt, was Skoda beobachtete, darf man aus diesem Phänomene allein eine Herzkrankheit annehmen, da keine sicheren Beobachtungen über das Zusammenfallen des Symptomes mit irgend einer pathologischen Veränderung existiren. Darf ich meinen eigenen Erfahrungen trauen, so steht die bezeichnete Unregelmäßigkeit fast immer mit Lungenkrankheiten in Verbindung.

Die Aftergeräusche.

Je weniger semiotischen Werth die ebengeschilderten Symptome boten, desto mehr läßt sich für die Diagnose aus den sogenannten Aftergeräuschen entnehmen. So verschieden sie auch zu sein scheinen, so haben dieselben doch einen gemeinsamen Charakter; sie gleichen nämlich der Trachealrespiration und haben daher auch den Namen der Blasbalggeräusche erhalten. Zahllos sind die Modificationen, deren diese Geräusche fähig sind; bald erscheinen sie hoch und pfeifend, bald sind sie rauh und werden dann mit den Geräuschen beim Holzsägen, Schaben, Feilen, Raspeln u. s. w. verglichen. Manchmal sind dieselben sehr stark und man kann sie selbst in einiger Entfernung vom Kranken wahrnehmen, mitunter sind dieselben schwer durch das Stethoskop vernehmbar. Nicht selten begleitet diese Geräusche ein eigener Gefühlseindruck für die untersuchende Hand, den man Katzenschnurren genannt hat, und der in einem Erzittern der äußern Bedeckung des Thorax besteht.

Diese Geräusche kommen vor, während man keinen normalen Herzton mehr hört, oder das Geräusch ersetzt den einen oder andern Herzton, oder endlich, man nimmt die Herztöne neben Blasbalggeräuschen wahr.

Es sollen Blasbalggeräusche unter diesen verschiedenen Formen mitunter nur sehr kurze Zeit dauern, ja bald kommen und wieder vergehen, und man hat aus dem Geräusche dann wohl auf Krampf des Herzens schließen wollen. Aus eigener Erfahrung kann ich die Thatsache nicht bestätigen, und auch Skoda leugnet das Vorkommen desselben beim Krampfe, wie denn überhaupt Herzkrampf unter die allerzweifelhaftesten Krankheiten gehört.

Wohl hört man indessen ein Blasbalggeräusch, welches längere Zeit andauert und nach und nach verschwindet bei Blutleere. Das Geräusch scheint hier indessen nicht im Herzen seinen Sitz zu haben, sondern in der Aorta, da wir neben dem Blasbalggeräusche die Töne in mehren Fällen wahrnahmen, und in der Aorta auch das Geräusch am stärksten gehört wurde. Bei Plethora dagegen hat es mir nie gelingen wollen, ein ähnliches Geräusch wahrzunehmen.

Man hört ferner Blasbalggeräusche, welche wieder verschwinden bei Pericarditis und pericarditischen Exsudaten. Es ist oft sehr schwer, diese von den Blasbalggeräuschen im Herzen zu unterscheiden. Pfeifende, stöhnende Geräusche kommen im Herzbeutel nicht vor, dagegen möchte es kaum eine andere Modification der genannten Geräusche geben, welche nicht im Herzbeutel beobachtet wird. Kaum möchte es ferner vorkommen, daß ein Geräusch, welches im Herzbeutel entsteht, nur die Systole oder Diastole begleitet, sondern wird meistens in beiden Momenten gehört werden. Ferner kommt im Herzbeutel das Reibungsgeräusch nicht ohne Unterbrechung während zweier Pulsschläge vor, sondern man hört immer zwei Geräusche während dieser Zeit. Skoda giebt an, daß die Geräusche innerhalb der Herzhöhlen genau dem Rhythmus des Herzstoßes und der Herztöne entsprechen, das Reibungsgeräusch am Pericardium aber sich den Herzbewegungen gleichsam nachzuschleppen scheine. Kurz es lassen sich kaum Merkmale bestimmter Art für die Unterscheidung angeben, und man ist in den glücklicher Weise nicht häufigen Fällen meist auf sich selbst beschränkt, und muß den Weg der Exclusion betreten. Man schließe in den wenigen acuten Fällen auf Pericarditis, wo man kein anderes organisches Herzleiden bestimmt diagnosticiren kann, und wo nicht etwa schon andere Zeichen bestimmter auf Pericarditis hinweisen.

Wo man nun ohne große Veränderung Blasbalggeräusche wahrnimmt, darf man zunächst schließen, daß das Blut auf irgend eine Weise bei seinem Durchgange durch die Ventrikel eine Reibung erleidet. Für diese Fälle, welche bei weitem am häufigsten vorkommen, ist es nun glücklicher Weise ganz einerlei, welche Ansicht man von der Ursache der Herztöne hat, vorausgesetzt, daß man nur die letztere richtig mit der Bewegung und Ruhe des Herzens verbindet: denn der Streit läßt sich nie anfangen und ausmachen, ob ein starkes Blasbalggeräusch bloß einen Herzton verhüllt oder ganz ersetzt.

Die Hindernisse, durch welche in den Kammern eine hörbare Reibung entstehen kann, sind 1) Blutcoagula oder Excrescenzen im Inneren der Ventrikel von größerm Umfange; 2) Verengerungen der arteriellen und venösen Mündungen des Herzens; 3) Offenbleiben der arteriellen Mündung während der Diastole, oder der venösen Mündung während der Systole, Insufficienz der Klappen.

Blutcoagula findet man wohl nur bei Sterbenden, und Excrescenzen und Rauhigkeiten im Ventrikel ohne Klappenfehler gewiß in seltenen Fällen, es hat daher die Diagnose der ersteren kein großes Interesse, und die letzteren darf man diagnosticiren, wenn man keinen Klappenfehler findet.

Vor allen Dingen liegt nun bei Klappenfehlern daran, den leidenden Ventrikel zu bestimmen, und dieses möchte in keinem Falle besondere Schwierigkeiten bieten. Einmal kommt hier die pathologische Anatomie auf eine ausgezeichnete Weise zu Hülfe. Man findet nämlich Verengerungen der Mündungen an den Ventrikeln und Insufficienz der Klappen, als morbi acquisiti, kaum in dem rechten Ventrikel. Es sind mir nur ein paar Fälle bekannt geworden, vorgekommen ist mir bis jetzt keiner, und auch Skoda hat keine beobachtet. Als morbi connati kommen die Fälle umgekehrt nicht im linken Ventrikel oder doch wenigstens nie allein im linken Ventrikel vor, und bei Blausüchtigen kann man daher sich gleich vorzugsweise mit der Untersuchung des rechten Ventrikels beschäftigen.

Die Auscultation giebt in diesem Punkte auch vollkommen genügenden Aufschluß. Hört man in der rechten Seite der Brust oder über dem rechten Herzen normale Töne und das Geräusch nach links, so leidet der linke Ventrikel; ist das letztere rechts vernehmbar und über dem linken Ventrikel die Töne hörbar, leidet der rechte Ventrikel. In manchen Fällen hört man überall ein Aftergeräusch. Man nehme hier an, das Hinderniß für die Blutbewegung findet sich in dem Ventrikel, über welchem das Geräusch am stärksten ist, und reicht diese Bestimmung nicht aus, so beachte man die Helligkeit und Höhe des Geräusches. Es sind mir Fälle vorgekommen, wo man durch die ganze Brust ein fast gleich starkes Blasbalggeräusch hörte und sich keine Stelle bestimmt angeben ließ, wo es besonders stark war. Das Geräusch war aber rechts dumpfer und tiefer und wurde, je mehr ich mich dem linken Ventrikel näherte, heller, schärfer und höher. Da ich nun aus Erfahrung wußte, daß sich die Geräusche in der angegebenen Weise immer bei ihrer Fortpflanzung in der Brust verändern: so nahm ich keinen Anstand, den linken Ventrikel für den leidenden Theil zu halten, und bis jetzt habe ich mich nicht getäuscht. Ein gutes Hülfsmittel in diesen Fällen bleibt endlich noch die Auscultation der Carotis. Hört man die Geräusche ebenso in dieser Arterie, wie am Herzen, so darf man sicher schließen, daß der Sitz des Uebels im linken Ventrikel ist.

Welche Mündung im linken Ventrikel leidet — denn die Bestimmung für den rechten läßt sich leicht daraus entnehmen und bietet kein besonderes praktisches Interesse — ist nicht so leicht aufzufinden. Skoda giebt an, man dürfe auf Insufficienz der valvula bicuspidalis schließen, wenn der zweite Ton der arteria pulmonalis verstärkt sei. Wir können nicht zugeben, daß man unterscheiden könne an der Brust, ob man den zweiten Ton aus der Aorta oder der arteria pulmonalis höre, aber selbst bei dieser Annahme ist es kein sicheres Zeichen. Die Verengerung der arteriellen Mündung ruft, wie Insufficienz der venösen Klappen, Anhäufung des Blutes in den Lungengefäßen hervor, und wenn diese mit einem stärkern zweiten Tone zusammenhinge, müßte derselbe in beiden Fällen stärker zu vernehmen sein. Die Fälle, wo man den zweiten Ton überhaupt hört neben den Geräuschen, sind zudem nicht gerade die häufigsten, und deßhalb möchte ich dem Zeichen nicht zu viel vertrauen.

Die Regeln, welche wir in Schmidt's Encyclopädie gegeben, haben uns bis jetzt noch gute Dinge geleistet, und deßhalb wiederholen wir nur dieselben in ihren wesentlichen Punkten. Die Gegend unterhalb der vierten Rippe in der Nähe des Brustbeines entspricht dem rechten, unterhalb der Brustwarze dem linken ostium venosum, und oberhalb der vierten Rippe nahe am Brustbeine liegen die ostia arteriosa. Wo das Geräusch am stärksten ist, wird das Hinderniß angenommen. In vielen Fällen giebt es kein anderes Mittel, und dahin gehören alle die, wo man neben dem Geräusche entweder beide Töne, oder nur einen normal hört.

In anderen Fällen ist die Auscultation der Carotis und Subclavia ebenfalls zu Rathe zu ziehen, und zwar in den Fällen, wo nur ein Geräusch und gar kein Herzton, oder nur ein Herzton gehört wird und statt des andern ein Geräusch vorhanden ist. Hört man am Herzen ein Geräusch und keinen Ton, und in der Carotis nur Geräusch und den zweiten Ton: so hat man es zunächst mit Insufficienz der venösen Klappen und Verengerung der arteriellen Mündung zu thun, oder mit ersterer allein. Aus der Stelle, wo das Geräusch am stärksten gehört wurde, läßt sich die weitere Unterscheidung treffen, auch hört man bei Verengerung der arteriellen Mündung ein starkes Geräusch in der Carotis, und wenn dieses auffallend schwächer ist, als an der Brust, so kann man nur an Krankheit der venösen Mündung denken. Hört man in der Carotis keinen zweiten Ton, während an der Brust statt beider Töne ein Geräusch vernommen wird, so ist im Falle das Geräusch während der Diastole des Herzens sehr stark in der Arterie gehört wird, Insufficienz der Semilunarklappen vorhanden; wo es nicht stark ist, entscheidet die Stelle, wo es am deutlichsten gehört wird. Der erste Herzton kann vorhanden und der zweite von einem Geräusche an der Brust ersetzt erscheinen, und in der Arterie hört man den zweiten Ton auch, — dann darf man Insufficienz der venösen Klappen allein diagnosticiren.

Wo der erste Herzton fehlt und statt dessen ein Geräusch gehört wird, während der zweite vorhanden ist, hat man es mit Verengerung der arteriellen Mündung oder Insufficienz der venösen Klappen oder mit beiden Zuständen zu thun. Bei Verengerung der arteriellen Mündung ist das Geräusch in der Carotis sehr stark und oberhalb der vierten Rippe ebenfalls stark; bei Insufficienz der venösen Klappe, wird das Geräusch in der Carotis weniger stark gehört als unter der Brustwarze; und wo beide Zustände

vorhanden wären, würden sich diese Unterschiede in der Stärke der Geräusche nicht finden.

Es versteht sich von selbst, daß man bei diesem Winke für die Diagnose alle anderen Hülfsmittel und namentlich die Percussion benutzt; denn vor allen Dingen muß man über die Lage und Ausdehnung, über den Zustand der Umgebung des Herzens Aufschluß haben, ehe man an eine genauere Kenntniß der leidenden Theile denken kann. Vorzugsweise möchte auch eine häufige Beobachtung des Pulses nie zu vernachlässigen sein, und außerdem darf man sich kein Urtheil über die leidende Stelle des Herzens erlauben, wenn man nur in einem asthmatischen Anfalle, welche bei organischen Herzkrankheiten von Zeit zu Zeit vorkommen, untersuchen konnte.

G. Kürschner.

Haut.

Die Haut mit der Oberhaut und dem Unterhautzellstoff ist die allgemeine Hülle des Körpers, die peripherisch abgrenzende, theils schützende, theils wichtige Beziehungen und Wechselwirkungen mit der Außenwelt vermittelnde Bekleidung desselben, welche sämmtliche oberflächlicheren Organe überzieht, über die Vertiefungen zwischen denselben sich ausbreitet und dadurch nicht wenig zur zweckmäßigen und gefälligen Abrundung der Formen des Körpers und seiner Glieder beiträgt. Obgleich jede der drei genannten Lagen eine besondere Textur darbietet, einem andern organischen Systeme angehört und von sehr verschiedener Dignität ist: so gewährt doch bei der Untersuchung ihrer physiologischen Bedeutung eine zusammenfassende, den innigen Zusammenhang der drei Lagen stets berücksichtigende Betrachtung große Vortheile. Daher wird auch gemeiniglich unter dem Namen der Haut, Cutis, die eigentliche Haut oder Lederhaut, Corium, Derma, nebst der Oberhaut, Epidermis, verstanden, indem man letztere als einen ziemlich bedeutungslosen Anhang der ersteren unter der Bezeichnung Cuticula betrachtete; der Name Integumenta communia begreift außer jenen beiden Schichten auch die Tela cellulosa subcutanea, die Schicht von Zellstoff oder Bindegewebe unter der Lederhaut, deren Maschen an den meisten Körperstellen mit Fett angefüllt sind, in welcher Beziehung sie auch Panniculus adiposus heißt.

Histologische Verhältnisse.

Lederhaut. Die Grundlage des Gewebes der Lederhaut ist ein dichter Filz von Zellstofffasern und Fibrillen, die in allen gedenkbaren Richtungen einander durchkreuzen, daher die Lederhaut nach allen Richtungen gleich ausdehnbar, elastisch und contractil ist, so weit dieses von ihrer Textur abhängt und nicht von ihren Verbindungen modificirt wird. Die Verfilzung ist in der Mitte der Haut, ihrer Dicke nach, und noch mehr nach der freien äußeren Oberfläche hin, so innig, daß auf einem senkrechten Durchschnitte eine ganz gleichförmige glatte Fläche sich darbietet, an welcher weder mit bloßem, noch mit schwach bewaffnetem Auge einzelne Bündel von Fibrillen erkannt werden können: nur nach Ablösung und Zerreißung kleiner Partikeln sieht man die Fasern und Bündel; erblickt indessen an der freien Hautfläche nur sehr kurze Strecken und Enden der Fibrillen, die in ihren Durchflechtungen nicht zu verfolgen sind, so daß hier die einzelnen Fibrillen oder Primitivfäden, nicht aber zusammengesetzte Fasern oder Bündel den Filz zu bilden scheinen. Bis eine schärfere Charakteristik gewisser Fibrillen sicherer begründet sein wird, muß man die Mehrzahl der Elemente der Lederhaut als Zellstofffibrillen oder Bindegewebe betrachten: dagegen andere, vorzüglich in den tieferen Gegenden der Lederhaut vorkommende, stärker ge-

schlängelte und hin und wieder spiralig gewundene Fibrillen mit dunkleren Contouren, welche der Einwirkung der Essigsäure widerstehen, als elastische Fibrillen (oder nach Henle zum Theil als sogenannte Kernfasern) anerkennen.

Von der innern Fläche der Lederhaut erstrecken sich stärkere Faserbündel in die Tiefe, welche durch seitliche Verbindungen mit einander kleinere und größere, meistens von Fettbläschen erfüllte Maschen einschließen, und überhaupt den Panniculus adiposus durchsetzend in die Fascien übergehen: entweder in die Fascia superficialis, oder da, wo diese nicht abgesondert sich darstellt, in die stärkeren Fasciae musculares. Durch diese Bündel, welche man Retinacula cutis nennen kann, wird die Lederhaut an die Fascien befestigt, und zwar nur locker an den Stellen, woselbst die Fetthaut dicker, die Retinacula länger sind und zwischen einer Fascia superficialis, in welche letztere sich einpflanzen, und der tieferen Fascie noch eine Schicht schlaffen Zellstoffs liegt: letzteres z. B. in der Inguinalgegend. Unter diesen Verhältnissen wird die Befestigung noch lockerer, eine Verschiebung, Faltung und Runzelung leichter gestattend, wenn bei Abmagerung durch Alter oder Krankheit das Fett in den Maschen des Panniculus adiposus resorbirt worden ist. Eine straffere Befestigung an die Fascien erhält die Haut auf dieselbe Weise in der Hohlhand, Fußsohle, am Schädelgewölbe; sie folgt, wie man in der letztgenannten Gegend am deutlichsten sieht, den Anspannungen und Verschiebungen der Fascien durch die Spannmuskeln derselben. Auch da, wo nur schlaffes fettloses Unterhautzellgewebe zwischen Haut und Muskeln liegt, nimmt öfters die Haut an den Bewegungen der tiefer liegenden Organe Antheil; so an den Augenlidern: die Verkürzung und Runzelung der Haut des Hodensackes hängt zum Theil von ihren, durch die Tunica dartos vermittelten Verbindungen mit der allgemeinen Scheidenhaut und daher von der Contraction des M. cremaster ab: dagegen der häutige Ueberzug der Ruthe weniger von den Volumensveränderungen der letzteren abhängig ist, bei der Verlängerung der Ruthe zurückbleibt oder, bei sehr großen Scrotalbrüchen und Hodensackwassersucht, über dieselbe nach vorn sich abstreift. Bestimmtere durch Muskeln vermittelte Bewegungen der Haut sieht man an den wenigen Stellen, woselbst Muskelfasern unmittelbar, ohne eine Zwischenlage von Zellstoff, in die innere Hautfläche übergehen, so daß nur in den Zwischenräumen der divergirenden Enden der Muskelfasern kleine Fettmassen sich einlagern, wie dieses an den Lippen, Mundwinkeln und Kinn der Fall ist. Hingegen ist die Haut völlig unbeweglich unter den Nägeln, woselbst sie unmittelbar mit der Beinhaut durch sehr kurzen und straffen Zellstoff fest verwachsen ist.

Durch die straffere Befestigung der Lederhaut an den unterliegenden Theilen werden an gewissen Stellen Runzelungen bewirkt, welche indessen nicht vollständige Duplicaturen der Haut sind, sondern nur als ansehnlichere Furchen an der freien Oberfläche sich darstellen. Von dieser Art sind der Sulcus nasolabialis und mentolabialis im Gesicht und vorzüglich die bogenförmigen Furchen in der Hohlhand, denen die Chiromantie eine so hohe Bedeutung beilegte, und die Querfurchen an den Hand-, Finger- und Zehengelenken. Hier ist die Haut etwas dünner, die Retinacula kürzer, zu horizontalen Streifen gestaltet, fester mit der Fascia palmaris und den fibrösen Sehnenscheiden verwachsen und die Fettablagerung geringer. Durch diese Anordnung wird verhindert, daß bei den, im Verhältniß zu ihrer Länge sehr ausgedehnten Bewegungen dieser Gliedmaßen, welche zur Verhütung einer übermäßigen Spannung der Haut, eine beträchtlichere Flächenausbreitung derselben als an anderen weniger beweglichen Theilen erfordern, die Haut nicht

als ein einziger großer Wulst sich zusammenschieben kann, der an der Streckseite wenigstens unförmlich erscheinen, an der Beugeseite aber die Flexion sehr beschränken würde. An den größeren, weiter von einander entfernten Gelenken finden sich die Furchen überall nicht oder nur schwach angedeutet; hier erfolgt bei starken Beugungen eine Runzelung der Haut in mehr zufälligen Richtungen. Jene Furchen verschwinden selbst bei sehr starker Ausdehnung der Haut durch Fettanhäufung oder Hautwassersucht nicht gänzlich. Die feinen Furchen an der Hand, welche am Handrücken rhomboidal sich durchkreuzen, gehören nur der freien Fläche der Haut an, und findet man an der inneren Fläche derselben keine ihnen entsprechenden Erhabenheiten; durch starke Ausdehnung verstreichen sie oft vollständig. — Die Runzeln des Antlitzes sind oft sehr tief und wirkliche Duplicaturen; sie entsprechen in ihrer Richtung, die von einigen Niederländischen Meistern mit bewunderungswürdiger Treue dargestellt sind, ganz den Wirkungen der Gesichtsmuskeln: ihre Entstehung wird begünstigt durch einen Mangel an Contractilität der zellstoffigen Gebilde überhaupt, durch eine verhältnißmäßig zu größe räumliche Ausdehnung der Haut nach Abnahme des Fetts im Panniculus adiposus, und durch Andauer und Lebhaftigkeit eines unbewußten oder angewöhnten Mienenspiels, daher sie oft bei Fettreichthum und wohlgerundeten Wangen dennoch in ansehnlicher Menge und Tiefe um Augen und Mund sich bilden: man sieht sie aber auch in seltneren Fällen bei Menschen von nicht sehr hohem Alter, deren Antlitz früher niemals von Fett gerundet gewesen, in ungeheurer Menge Gesicht und Hals durchziehen, so daß nirgends eine ebene Hautfläche übrig bleibt, ohne in diesen Fällen einen genügenden Grund ihrer Entstehung nachweisen zu können.

Die freie Oberfläche der Lederhaut (Corpus nervosum, papillare Malpighii) erscheint dem bloßen Auge ziemlich glatt, dem bewaffneten aber auffallend rauh durch eine außerordentliche Menge kleiner Erhabenheiten und Vertiefungen: erstere sind die Haut- oder Gefühlswärzchen, Papillae cutis s. tactus: letztere theils die unregelmäßig gestalteten, an gewissen Stellen linearen Zwischenräume der Warzen, theils die trichterförmig sich verengenden Mündungen der Haarbälge und Schweißdrüsen. Die Papillen haben die Gestalt von höheren oder niedrigeren Kegeln mit kreisförmiger oder wenigstens der Kreisform sich näherender Basis; ihre Spitze ist immer abgerundet: die Basis und die Höhe messen bei den meisten $^1/_{30}$‴ [1]): je nachdem die erstere oder die letztere kleiner ist, erhält die Papille eine breitere oder schlankere Gestalt. An der Volarfläche der Hand und Finger und an der Fußsohle haben sie meistens die ansehnlichste Höhe, von $^1/_{22}$‴ bis $^1/_{11}$‴, am Hand- und Fußrücken von $^1/_{26}$‴; im Gesichte, am Halse und den meisten Gegenden des Stammes und der Glieder fand ich sie oft noch beträchtlich kleiner als $^1/_{30}$‴, bis zu $^1/_{50}$‴; an der Eichel $^1/_{41}$‴ bis $^1/_{22}$‴; an sehr feiner Wangenhaut eines Weibes nur $^1/_{65}$‴ hoch bei einer Breite der Basis von $^1/_{40}$‴. Auch da wo sie vorzüglich entwickelt sind, stehen kleinere zwischen den zahlreicheren größeren. Zuweilen berühren sie einander unmittelbar mit ihren Basen, oder sie stehen um die Breite der Basis von einander entfernt; an einigen Stellen, namentlich an der Eichel und der Brustwarze, sind sie zu einzelnen Häufchen von $^1/_5$‴ und mehr Durchmesser gruppirt, welche durch netzartig zusammenfließende Zwischenräume von einander geson-

[1]) Die Dimensionen sind überall im Pariser Maß, das Gewicht im Preußischen Medicinalgewicht ausgedrückt, wo nicht ein anderes angegeben ist.

dert werden. An der Volarfläche der Mittelhand, der Finger, vorzüglich der dritten Glieder derselben, in der Fußsohle und an der Plantarfläche der Zehen, stehen sie reihenweise auf gekrümmten, zum Theil concentrisch verlaufenden, erhabenen Streifen oder Riffen, die $1/_{13}'''$ bis $1/_{6}'''$ hoch, doppelt so breit und durch etwas schmalere Furchen von einander getrennt sind: jeder Riff dient zwei parallelen Reihen von Papillen, zwischen welchen öfters noch einzelne kleinere Wärzchen in unregelmäßiger Ordnung stehen, zur gemeinschaftlichen Basis: in den schmalen Furchen zwischen den Riffen finden sich keine Papillen. Durch die tieferen und breiteren Furchen der Hohlhandfläche werden die Riffe theils durchschnitten, theils zu größeren Gruppen umgrenzt: in der Tiefe dieser Furchen sind die Papillen gar nicht, und an den Rändern derselben nur schwach und in unregelmäßiger Anordnung entwickelt. Aehnliche aber longitudinal gerichtete Riffe mit doppelten Reihen dünner, verhältnißmäßig langer und mehr zugespitzter Papillen finden sich an den von den Nägeln unmittelbar bedeckten Hautstellen der dritten Finger- und Zehenglieder.

Auf der freien Fläche und in den Papillen selbst zeigt sich die äußerste peripherische Endigung der Gefäße und Nerven der Lederhaut. Die Blutgefäße gelangen zu der letzteren durch den Unterhautzellstoff, indem sie schon hier sich verästeln und ziemlich weitmaschige Capillargefäßnetze um die Haufen oder Klumpen der Fettbläschen, um die Haarbälge und Schweißdrüsen abgeben. In ihrer weiteren Verästelung in dem dichteren Hautgewebe gehen verhältnißmäßig nur wenige enge Capillargefäße von ihnen ab, bis sie an die freie Oberfläche gedrungen sind und hier ein nach der Fläche ausgebreitetes, dichtes und engmaschiges Schlingenmaschennetz bilden: so daß die freie Fläche der Lederhaut ihr gefäßreichster Theil ist. Die horizontalen Maschen haben meistens eine dem Umfange der Basen der Papillen entsprechende Weite und ihre Gefäße eine Dicke von $1/_{200}'''$ bis $1/_{100}'''$, jedoch finden sich auch hier engere Maschen und feinere Gefäße. Aus diesem horizontalen Netze erheben sich einfache enge Capillargefäßschlingen, die in die Papillen bis gegen die Spitzen derselben sich erstrecken und in ihrer Länge nach der Höhe der Papillen variiren: die Dicke der schlingenförmig umgebogenen Gefäßchen beträgt $1/_{260}$ bis $1/_{210}'''$, seltner $1/_{325}'''$. Die kleineren Papillen enthalten nur eine Schlinge, von welcher öfters zwei für zwei benachbarte Papillen von einem größeren Gefäßchen ausgehen: die größeren Wärzchen mehrere Schlingen, wenigstens in ihrer Basis. — Die Lymphgefäße der Lederhaut sind weniger genau bekannt: durch glückliche Quecksilberinjectionen einzelner Gegenden der Lederhaut werden in der freien Fläche derselben ausgedehnte Netze von Saugadern sichtbar, welche besonders an der Brust, deren Warzenhofe und den Geschlechtstheilen sehr engmaschig sind und deren durch die Injection ausgedehnte Gefäße einen Durchmesser von $1/_{20}'''$ bis $1/_{15}'''$ darbieten: diese gehen in der Tiefe der Lederhaut in mehr weitmaschige Netze und Geflechte von ansehnlicheren Saugadern und endlich in Stämmchen über, welche durch den Unterhautzellstoff zu den nächsten Lymphgefäßknoten laufen. Hiernach ist ein großer Reichthum der Lederhaut an Saugadern nicht zu bezweifeln: ob aber (wie in manchen anderen Organen, z. B. den Darmzotten) noch engere Lymphgefäße als die bisher aufgefundenen vorhanden und auch die Papillen von solchen durchzogen sind, die von den gröberen Netzen aus sich nicht anfüllen lassen und daher unsichtbar bleiben, ist durch Quecksilberinjectionen nicht zu entscheiden. Hinsichtlich dieses Punkts würden Injectionen durch die Blutgefäße mit Massen,

deren Farbestoff in den Blutgefäßen zurückbleibt, der flüssige Theil aber leicht in Lymphgefäße transsudirt, noch zu wiederholen sein: solche haben bei diesem Organ mir noch keine genügenden Resultate geliefert. — Die Nerven zerfallen in ihrem ramificirten Verlaufe von dem Unterhautzellgewebe an bis zur freien Hautfläche in ihre einzelnen Fibrillen, welche in jeder Papille eine (oder mehrere?) Schlingen bilden, und zwar so, daß öfters eine Fibrille in ihrem fortgesetzten Verlaufe unter mehreren Papillen in jede der letzteren mit einer Schlinge eindringt; worin vielleicht zum Theil der Grund der bekannten Erscheinung liegt, daß so oft die gleichzeitige Reizung zwei verschiedener Papillen nur eine Empfindung erregt. Man sieht die Nervenschlingen sehr gut an mit Salpetersäure behandelten Hautabschnitten, wenn man das rechte Maß der Einwirkung der Säure getroffen hat. Die Fibrillen, welche die Schlingen bilden, sind $1/_{315}'''$ breit, $1/_{680}$ bis $1/_{510}'''$ dick. Nach Gerber (allg. Anat.) finden sich in jeder Papille mehrere Schlingen; indessen erhellt aus seiner Abbildung nicht, daß er nur einzelne Papillen vor sich gehabt habe.

Oberhaut. Die freie Fläche der Lederhaut wird unmittelbar von einer durchsichtigen, völlig texturlosen, halbflüssigen zähen Schicht von nur $1/_{350}'''$ bis $1/_{250}'''$ Dicke bedeckt, welche wahrscheinlich das Cytoblastem der Epidermiszellen ist. An diese schließt sich ohne scharfe Grenze die aus Kernzellen gebildete Epidermis, welche die freie Hautfläche auf das Genaueste überzieht, die Flächen und Spitzen der Papillen bekleidet und alle Zwischenräume derselben und der Riffe, wo solche vorhanden sind, ausfüllt. Daher zeigt sie auf ihrer freien Fläche die kegelförmigen Hügel, Riffe und Furchen ganz in derselben Ordnung, wie die äußere Lederhautfläche selbst, jedoch in mehr allmähligen Uebergängen und nicht von derselben Höhe und Tiefe wie die letztere, weil die Epidermis auf den Spitzen der Papillen dünner als in den Zwischenräumen ist; dagegen die mit Epidermis noch bekleideten Papillen breiter und ihre Zwischenräume enger erscheinen. An ihrer der Lederhaut zugewandten Fläche erblickt man einen genauen Abdruck der letzteren, nämlich Grübchen, welche den Papillen entsprechen und zwischen diesen lineare oder netzförmig sich vereinigende, stärkere und zartere Streifen, welche die Zwischenräume der Papillen ausfüllten. Da die Epidermis nach Maceration oder nach Brühen mit heißem Wasser nicht leicht ganz vollständig mit allen ihren Schichten abgezogen werden kann, sondern ihre tieferen Schichten bei dieser Manipulation zerreißen, so erscheinen diese Streifen niemals scharf und glatt, sondern zaserig, zartflockig oder in kurze Fädchen zertheilt: die Grübchen aber glatter, da von der Spitze der Papillen die Epidermis sich vollständiger ablöset, indem wegen der Gestalt der Papille an ihrer Spitze die Adhäsion am geringsten sein muß. Bei einem gewissen Grade der Maceration bleiben die tiefe und mittlere Schicht der Oberhaut ziemlich vollständig in den Zwischenräumen der Papillen zurück in Gestalt einer netzförmig zusammenhangenden weichen Masse, aus deren Maschen die weißlichen Spitzen der Wärzchen hervorragen; in diesem Zustande wurden sie von älteren und neueren Schriftstellern für ein von der eigentlichen Epidermis verschiedenes Gebilde gehalten und als Malpighisches Schleimnetz bezeichnet.

Man kann in der Epidermis wenigstens zwei Schichten, eine äußere und eine innere, erkennen, oder genauer drei, eine oberflächliche, mittlere und tiefe Schicht: welche indessen ohne scharfe Grenze allmälig in einander übergehen, obgleich die Mitte einer jeden Schicht von der Mitte einer anderen sich charakteristisch unterscheidet. Die tiefe oder innerste Schicht ent-

hält eine große Anzahl von Zellenkernen, von welchen die nach der mittleren Schicht hin schon von einer sehr zarten und durchsichtigen Zellenmembran, wenigstens an einer Seite, umgeben sind; diese Zellen sind also im Verhältniß zu den Kernen, welchen sie angehören, sehr klein, wenig größer als die Kerne selbst, rund, oval oder an einer Seite abgeplattet: überhaupt die jüngsten Zellen der Epidermis. Die Kerne sind größtentheils oval, zuweilen gekrümmt, und mit ihrem längeren Durchmesser senkrecht oder wenigstens schräg gegen die Lederhaut gerichtet: sie messen meistens, nach ihrer Länge und Breite, $1/_{315}'''$ zu $1/_{420}'''$, die kleinsten, sparsam vorkommenden $1/_{630}'''$ zu $1/_{720}'''$, die größten $1/_{250}'''$ zu $1/_{315}'''$; ihre Dicke ist geringer als ihre Breite: vor den Kernen der anderen Schichten zeichnen sie sich durch ihre dunklere, mattgelbliche oder gelbbräunliche Farbe aus, daher diese ganze Schicht, besonders bei brünetten Menschen, merklich dunkler gefärbt erscheint als die übrige Epidermis. Diese Kerne und kleinen Zellen — von welchen letzteren die kleinsten $1/_{250}'''$ zu $1/_{315}'''$, die meisten $1/_{160}'''$ zu $1/_{200}'''$ im Durchmesser haben — liegen nach innen, gegen die Lederhaut hin, isolirt durch Zwischenräume, welche den Durchmessern der Kerne wenigstens gleich, oft noch größer sind, in texturloser halbflüssiger Substanz, Cytoblastem, eingebettet: derselben Masse, welche außerdem in continuirlicher, noch kernloser Schicht die Oberfläche der Lederhaut überzieht (s. oben). — Nach der äußeren Oberfläche hin geht diese tiefe Schicht allmälig in die mittlere, hellere und durchsichtigere, bei auffallendem Lichte weißliche Schicht über, welche aus größeren Zellen von $1/_{125}'''$ bis $1/_{84}'''$ Durchmesser besteht: diese sind bereits enger an einander gedrängt, ohne Zwischensubstanz, daher polyedrisch und mehr nach außen hin dünner als lang und breit: ihre Kerne sind sehr blaß, weißgraulich, zart granulirt und von weniger scharfen Umrissen als die Kerne der tiefen Schicht, meistens auch etwas größer, im Mittel $1/_{250}'''$ lang, $1/_{315}'''$ breit, $1/_{630}'''$ dick. Von der Bläsſe der Kerne und der Farblosigkeit und Zartheit der Zellenmembranen rührt die größere Durchsichtigkeit dieser Schicht her. — Die oberflächliche oder äußere Schicht der Epidermis, die man vorzugsweise ihre Hornschicht nennen kann, ist von gelblicher oder gelbgraulicher Farbe, jedoch weniger gefärbt als die tiefe Schicht; durchscheinend, aber weniger durchsichtig als die mittlere und als die tiefe zwischen ihren Kernen; hart, compact und trocken, überhaupt hornartig; besteht aus größeren, dünnen und platten, polygonalen Zellen, die ihre Flächen nach innen und außen wenden und in größerer oder geringerer Mächtigkeit über einander geschichtet sind, so daß immer eine einzelne mehrere andere theilweise deckt. Eine Zwischensubstanz ist nicht zu erkennen und der Grad der Adhäsion der einzelnen Zellen beträchtlich, so daß sie nicht leicht durch Druck von einander zu entfernen sind: übrigens scheint der Zusammenhang an den Rändern der in gleicher Höhe liegenden Zellen stärker zu sein als an den einander deckenden Flächen, indem sie leichter in horizontaler Richtung von einander abblättern, als in senkrechter Richtung nach der Dicke der Epidermis sich trennen. Je weiter nach der Oberfläche sie liegen, desto mehr nimmt ihre Größe, Abplattung und Dünnheit allmälig zu; dagegen die tieferen Zellen dieser Schicht den Uebergang zu der mittleren Schicht bilden, weicher, weniger platt und mehr polyedrisch sind. Dieser Uebergang geschieht aber ziemlich rasch: so daß das verschiedene Ansehen dieser beiden Schichten auf senkrechten Durchschnitten sehr in das Auge fällt. Die Zellenwände und Contouren sind, vorzüglich vom Rande angesehen, schärfer und dunkler als an den Zellen der mittleren Schicht; eine senkrechte Schnittfläche der Horn-

schicht bietet wegen der Dünnheit der über einander geschichteten Zellen den Anschein dar, als sei sie aus kurzen Fasern zusammengesetzt. Die Länge und Breite dieser Zellen beträgt $1/_{85}'''$ zu $1/_{50}'''$, sogar $1/_{65}'''$ zu $1/_{46}'''$, die Dicke $1/_{420}'''$ bis $1/_{270}'''$: die Kerne sind denen der mittleren Schicht ähnlich, jedoch platter, zuweilen auch größer als jene, $1/_{210}'''$ bis $1/_{270}'''$ im längsten Durchmesser: indessen an sehr vielen Zellen, besonders an den größten und oberflächlichsten, nicht mehr zu erkennen.

Da die Zellen dieser Schicht vorzugsweise das Ansehen dünner Blättchen von trockner Hornmasse haben, auch weniger leicht von Wasser durchweicht und durch Essigsäure nicht angegriffen, nicht blasser und durchsichtiger werden, wie dieses bei den Zellen der mittleren und tiefen Schicht der Fall ist, so hat man sie in jüngster Zeit öfters als Hornzellen oder verhornte Zellen bezeichnet: obgleich die Zellen der anderen Schichten nicht weniger als diese aus Hornsubstanz bestehen und bei ihrer weiteren Entwicklung niemals in ein anderes Gebilde sich verwandeln, als in die sog. verhornten Zellen: man muß daher die tiefe und mittlere Schicht als eine aus jüngeren Hornzellen bestehende, noch weiche und feuchte Hornmasse, im Vergleich zu der härteren und trockneren älteren Hornmasse der oberflächlichen Schicht betrachten, wobei man für letztere vorzugsweise den Namen Hornschicht beibehalten kann.

Der erwähnte lockere Zusammenhang der oberflächlichsten größten Zellen der Hornschicht zeigt sich während des Lebens durch die fortwährende Abblätterung der freien Fläche der Oberhaut, nicht allein in einzelnen, oft eingerissenen und beschädigten Zellen, sondern häufig in kleinen aus mehreren Zellen zusammengesetzten Schüppchen: ein Abgang, der durch fortdauernde weitere Entwicklung der Zellen der mittleren Schicht und neue Kern- und Zellenbildung in der tiefen Schicht ersetzt wird. Wegen dieser Abblätterung bietet die freie Fläche der Epidermis im Ganzen, ungeachtet ihrer hornigen Beschaffenheit, einen nur matten Glanz und zuweilen eine schon dem bloßen Auge wahrnehmbare Rauhigkeit dar, obgleich kleine Stellen derselben unter dem Mikroskop lebhaft glänzen und auch größeren Flächen durch Reibung mit harten Körpern ein gewisser Grad von Politur ertheilt werden kann. Sehr auffallend ist die Rauhigkeit und der Mangel an Glanz bei der Desquamation, wenn, in Folge krankhafter Processe der Lederhaut, die Hornschicht binnen kurzer Zeit in großer Ausdehnung sich ablöset und durch eine neue ersetzt wird. — Durch Maceration in Wasser und schwachem Weingeist erweichen sich die äußere und die innere Fläche der Hornschicht in kurzer Zeit bis zu einer gewissen Tiefe, wobei sie aufquellen, weiß und undurchsichtig werden, so daß die Zellen derselben, und zwar vorzüglich die der äußeren Fläche, leichter sich abstreifen lassen — letztere aber einzeln unter dem Mikroskope nicht merklich verändert sich erweisen: die Mitte der Hornschicht schluckt zwar gleichfalls Wasser an, aber erweicht nur wenig, bleibt ziemlich compact, behält ein gelbgrauliches durchscheinendes Ansehen, und erhält sich in diesem Zustande Monate lang ohne Veränderung.

Diese einzelnen Schichten der Epidermis haben bei den Schriftstellern eine verschiedene Deutung erfahren. Malpighi[1]) nannte die Hornschicht Cuticula; und alles was zwischen dieser und der mit Wärzchen besetzten Oberfläche der Lederhaut, die bei ihm schlechthin Corpus papillare heißt, liegt, bezeichnete er als Corpus reticulare, mucosum, cribrosum. Man kann es nicht selten in Gestalt einer wirklich durchlöcherten Mem-

[1]) De externo tactus organo in Opp.

bran in kleineren oder größeren Stücken ablösen, nachdem man die Hornschicht abgezogen hat, indem vor dem horizontal auf der Oberfläche der Lederhaut geführten Messer die Papillen zurückweichen und auf der Lederhaut zurückbleiben; daß diese an ihrer Basis abreißen und an der Hornschicht kleben bleiben, wie Henle (allg. Anat.) angiebt, konnte ich an der Haut nie beobachten und findet wohl nur an der gekochten Zunge, deren Papillen großentheils dünnere Stiele besitzen, Statt [1]). Wegen der weichen Beschaffenheit, unter welcher die tiefe und mittlere Epidermisschicht, vorzüglich nach Maceration oder Sieden, sich darstellen, wurde später für sie der Name Mucus Malpighii eingeführt. Obgleich Mehrere und am entschiedensten der unvergleichliche Albin [2]), so wie auch Rudolphi (Physiol.) nachwiesen, daß dieser Malpighi'sche Schleim oder Schleimnetz nichts anderes sei als der tiefere Theil der Epidermis selbst, so hat sich jene Ansicht dennoch bis auf unsere Zeiten erhalten, indem die Meisten eine Epidermis und ein Rete Malpighii unterscheiden. Indessen ist es an der Zeit, die letztere Benennung gänzlich auszumerzen, weil bei ihrem Gebrauche nothwendig gesagt oder erinnert werden muß, daß der mit ihr verknüpfte Begriff in Beziehung auf die tiefe Epidermisschicht ein falscher ist, indem diese ein Continuum ist, aus welchem nur künstlich durch glückliche Zerreißung ein netzähnliches, von Maschen durchbrochenes Präparat verfertigt werden kann: überdies Malpighi selbst der unpassenden Ausdrücke Rete und Mucus gar nicht sich bediente, und der letztere, früher so freigebig gebrauchte, jetzt seine sehr bestimmte eingeschränkte Bedeutung hat. Der von einigen neueren Beobachtern beschriebenen verschiedenen Schichten des sog. Rete oder Corpus mucosum ist nur des Verständnisses wegen hier zu gedenken. Gaultier's [3]) bourgeons sanguins du corps muqueux sind nichts anderes als die Papillen der Lederhaut, seine couche albide profonde die dünne Schicht des Cytoblastems, die gemmules die tiefe Schicht, die couche albide superficielle die mittlere Schicht der Epidermis, die épiderme die Hornschicht. Dutrochet's [4]) membrane épidermique des papilles ist die Lage von Cytoblastem, seine couche colorée die tiefe, seine couche cornée die mittlere Schicht, sein épiderme die Hornschicht der Oberhaut. Die Angaben von Breschet und Roussel de Vauzême [5]) sind wegen mehrerer in ihnen enthaltenen Irrthümer schwierig zu deuten: die vermeintlichen Ausführungsgänge ihres sog. appareil chromatogène so wie die écailles, die von diesen abgesondert werden sollen, nebst dem Secret des vermeintlichen appareil blennogène sind als tiefe Schicht der Epidermis, die gaines propres der Papillen als mittlere und ein Theil der tiefen Schicht, die matière cornée als Hornschicht anzusehen. Jene vermeintlichen Ausführungsgänge sind wahrscheinlich die Fäden, in welche die durch einen geringen Grad der Maceration erweichte tiefe Schicht nebst dem Cytoblastem bei dem Abheben der Hornschicht nicht selten ausgezogen werden kann: es scheint, daß diese Fäden auch hin und wieder mit den wirklichen Ausführungsgängen der Schweißdrüsen verwechselt sind, von welchen das Mikroskop sie mit Sicherheit unterscheidet. Flourens' [6]) épiderme externe und interne entsprechen der Hornschicht und der mittleren und tiefen Schicht, nur bei farbigen Menschen erkennt er

---

[1]) vergl. Malpighi de lingua. [2]) Annot. acad. Lib. I.
[3]) Rech. sur le système cutané, Paris 1811. [4]) Obs. sur la structure de la peau, im Journ. complém. 1819. [5]) Rech. sur la struct. de la peau, Paris 1835.
[6]) Sur la struct. comp. de la membrane cutanée et de la membr. muqueuse, in Annales d. sc. natur. 1837—1839. Anat. gén. de la peau et des membr. muq. Par. 1843.

eine dritte tiefere Pigmentlage und sogar noch eine Pigmenthaut unter derselben; seine Angaben sind unklar. Die Schicht von Cytoblastem nebst dem Theile der tiefen Schicht, in welcher nur Kerne ohne Zellen zu erkennen sind, nennt Henle[1]) intermediäre Haut (ob dieser Name passend gewählt sei, läßt sich bezweifeln): diese wird dann vom Malpighi'schen Netz und letzteres von der Epidermis bedeckt. Einige wollen Gefäße in der Epidermis erkannt haben, wahrscheinlich durch die Ränder der Zellen der Hornschicht getäuscht: Breschet bildet sogar in der Hornschicht ramificirte Saugadern ab. —

Die Dicke der im Vorigen beschriebenen allgemeinen Körperbedeckungen ist an einzelnen Stellen des Körpers sehr verschieden und außerdem individuellen Abweichungen unterworfen. Die Dicke der Lederhaut und des Unterhautzellgewebes kann zwar, wegen ihres allmäligen Ueberganges in einander und in die tiefer liegenden Organe, nicht mit genügender Schärfe, sondern nur approximativ bestimmt werden. Das fettlose Unterhautzellgewebe hat an den Augenlidern und den oberen und äußeren Theilen des Ohres $1/4'''$, am Penis $1/3'''$, am Hodensack als sog. Tunica dartos $2/3'''$ Dicke; der Panniculus adiposus am Schädelgewölbe, Stirn und Nase $1'''$. An den übrigen Körperstellen ist die Fetthaut meistens 2 bis $4'''$ dick, erreicht indessen bei fettleibigen Personen nicht selten eine Dicke von $1''$, mit Ausnahme der Hände und des Fußrückens, an welchen sie nicht in demselben Grade zunimmt. An gewissen Stellen geht sie ziemlich continuirlich und durch die Fascia superficialis nur unvollständig geschieden in ansehnlichere Fettanhäufungen über: z. B. an der Backe über der Grube zwischen den Mm. masseter und buccinator, in der Oberschlüsselgrube des Halses, in der Achselhöhle, Schamberg, Inguinalgegend, Regio ano-perinealis, Kniekehle: meistens an solchen Stellen, woselbst sehr wichtige Gefäße und Nerven weniger, als an anderen Stellen, durch eine Bedeckung von Muskeln und stärkeren Fascien geschützt sind. — Die Dicke der Lederhaut beträgt an den Augenliedern, der Vorhaut und der inneren Seite der großen Schamlefzen $1/4'''$, an der Eichel $1/8'''$, im Gesicht, an den Ohren, an der Ruthe, dem Hodensacke, dem Warzenhofe $1/3$ bis $1/2'''$, an der Stirne schon $2/3'''$, an den meisten übrigen Körperstellen $3/4$ bis $1'''$, am Rücken und Gesäß, an der Fußsohle und oft auch im Handteller 1 bis $5/4'''$. An der Bauchseite und der inneren Seite der Extremitäten ist sie etwas dünner, weicher und schlaffer als an der äußeren und Rückenseite; nur mit Ausnahme des Hand- und Fußrückens, welche eine dünnere Lederhaut besitzen als der Handteller und die Fußsohle. Die Haut der Männer nähert sich im Allgemeinen mehr den größeren, die der Weiber den kleineren der oben als Anhaltspunkte angegebenen Dimensionen, und bei Kindern unter sieben Jahren ist sie kaum halb so dick als bei Erwachsenen. Außer der allgemeinen Organisation des Körpers ist auch die Lebensart, je nachdem in Folge derselben die Haut häufiger oder seltner der Luft und unsanften Berührungen ausgesetzt wird, von wesentlichem Einfluß auf die Verschiedenheiten der Dicke, welche z. B. zwischen der Haut der Hand und Fußsohle eines Schmiedes oder Landbauers und der einer vornehmen Dame höchst auffallend ist. So fand ich u. a. bei einer Weibsperson, welche Jahre lang im Zimmer gelebt hatte, die Haut der Augenlider nur $1/5'''$, die der Brust und des Vorderarms $5/13'''$, die des Rückens, der Hohlhand und des Oberschenkels nur $6/13'''$ dick; dagegen bei einer robusten Bäuerin die Haut der Brüste $4/5'''$ und die des Warzenhofes $3/4'''$ dick; bei einem Vagabunden, der freilich ein »vom Wetter gepeitschtes« Antlitz hatte,

[1]) Allgemeine Anatomie S. 1010.

sogar die Gesichtshaut $^4/_5{}'''$ und die der Augenlieder $^1/_3{}'''$ dick. Beim Neger ist die Haut des ganzen Körpers sehr merklich dicker als beim Europäer; die Haut des Oberschenkels einer kleinen zartgebauten Negresse maß $1^1/_2{}'''$ auf dem perpendiculären Durchschnitte. — Noch auffallender sind die Verschiedenheiten der Dicke der Epidermis nach den einzelnen Körperstellen desselben Individuums und bei verschiedenen Personen; indessen bezieht sich dieses vorzüglich auf die äußere oder Hornschicht der Oberhaut, denn die tiefe und mittlere Schicht zusammen bieten eine ziemlich constante Dicke zwischen $^1/_{65}{}'''$ und $^1/_{20}{}'''$ dar, die zwar der ganzen Dicke der Epidermis der betreffenden Körperstelle im Allgemeinen entspricht, indessen noch auffallendere Unterschiede zeigt, je nachdem man sie an ihren dünnsten Stellen, nämlich an den Spitzen der in die tiefe Schicht eingebetteten Papillen, oder zwischen diesen mißt, und die Papillen höher oder flacher sind, wobei nicht selten Differenzen der Dicke im Verhältniß von 5:12 sich ergeben: — dagegen die Dicke der Hornschicht von $^1/_{65}{}'''$ bis zu $1'''$ variirt und hierin die Höhe der Papillen wenig in Betracht kommt, da die Hornschicht auf den Spitzen der Papillen und der Höhe der Riffe nur um ein sehr Geringes dünner ist, als zwischen denselben. So fand ich z. B. an der inneren Seite des Vorderarms die tiefe und äußerst dünne mittlere Schicht zusammen zwischen den Papillen $^1/_{55}{}'''$ und die Hornschicht gleichfalls $^1/_{55}{}'''$ dick; am Warzenhofe die tieferen Schichten $^1/_{38}{}'''$ und an der Spitze der Papillen nur $^1/_{46}{}'''$, die Hornschicht $^1/_{65}{}'''$: an einer Stelle der Hohlhand die tiefe und mittlere Schicht zusammen zwischen den Papillen $^1/_{25}{}'''$, an den Spitzen der Papillen $^1/_{65}{}'''$, die Hornschicht dagegen $^1/_2{}'''$ dick, und zwar letztere über den Furchen zwischen den Riffen um $^1/_{26}{}'''$ dünner, jedoch nicht über den Spitzen der Papillen. An den meisten Körperstellen beträgt die ganze Dicke der Epidermis zwischen $^1/_{30}$ und $^1/_{13}{}'''$ und zwar keineswegs der Dicke der von ihr bekleideten Lederhaut entsprechend; im Gesicht, sogar an den Augenlidern, am Hand- und Fußrücken und Hodensack findet man sie meistens gleich der Epidermis der viel dickeren Rückenhaut, zwischen $^1/_{20}$ und $^1/_{13}{}'''$; an der Vorderseite des Halses, der Brust, des Bauchs, der inneren Seite der Arme und Schenkel, am Warzenhofe, der Vorhaut und Eichel zwischen $^1/_{30}$ und $^1/_{20}{}'''$; an der weiblichen Brustwarze ist sie oft derber, besonders an der Spitze derselben, dagegen an ihrer Basis oft sehr zart, vorzüglich bei halbkugelförmigen eingezogenen Brustwarzen. (Daß übrigens hier die Haut beim Säugen oft wund wird, rührt weniger von der Dünnheit der Epidermis her, als von der Verlängerung der Haut der Warze durch das Saugen, welcher die Epidermis oft nicht folgen kann und daher einreißt.) Am dicksten ist die Oberhaut in der Volarfläche der ganzen Hand und der Sohlenfläche des Fußes: in der ersteren wechselt ihre Dicke von $^1/_4$ zu $^7/_{13}{}'''$, ist dünner in der Mitte des Handtellers und noch mehr an der Beugeseite der Fingergelenke, dicker am untern Ende der Mittelhand und an den Fingerspitzen. In der Fußsohle fand ich ihre Dicke meistens zwischen $^1/_6$ und $^4/_5{}'''$; in der Mitte der Fußsohle ist sie dünner als in der Mitte des Handtellers, an den Zehen, mit Ausnahme der ersten Zehe und des dritten Gliedes der übrigen, dünner als an den Fingern; am dicksten unter der Ferse und am vorderen Ende des Mittelfußes, vorzüglich unter den Köpfen der Mittelfußknochen der großen und kleinen Zehe: hier fand ich sie mehrmals gleichförmig (nicht schwielig) $1'''$ dick. In der Nähe des äußeren Fußrandes ist sie dicker als am inneren, so wie ein Gleiches in der Nähe des Ulnarrandes des Handtellers bemerkt wird. Am Fuße zeigt sich auffallend, wie die Epidermis an den, beim Gehen dem Drucke ausgesetzten Stellen

beträchtlich dicker ist; daß übrigens dieser Druck nicht alleinige Ursache der vermehrten Dicke sei, ergiebt sich daraus, daß schon bei sehr jungen Foetus die Oberhaut der Hohlhände und Fußsohlen beträchtlich stärker ist als an allen übrigen Stellen, wie solches schon von Albin nachgewiesen worden: ich fand die Hornschicht am Fußrücken des Neugebornen $\frac{1}{17}'''$, an der Ferse $\frac{2}{17}'''$ dick. Partielle Verdickungen der Epidermis entstehen aber bekanntlich durch öfters wiederholten, nicht gleichmäßig vertheilten Druck, in der Form von Schwielen und Hühneraugen. Bei den Schwielen hat die Lederhaut ihre natürliche Wölbung, und die Gestalt der Papillen, der Riffe und Furchen ist unverändert, die Farbe ist wegen einer schwachen Congestion in dem oberflächlichen Capillargefäßnetze etwas röther; die tiefe und mittlere Schicht der Epidermis bieten keine Abweichung dar; nur die Hornschicht hat durch eine stärkere Aufeinanderschichtung von Zellen eine beträchtlichere Dicke erreicht, welche am Umfange der Schwiele allmälig abnimmt, so daß der Uebergang derselben in die normale Epidermis ganz unmerklich erfolgt. Bei dem Hühnerauge findet man aber eine runde oder ovale, von einem wallähnlichen Rande umgebene Vertiefung der Lederhaut von 1 bis 2''' Durchmesser und ½ bis 1''' Tiefe, in welcher das Corium zwar von normalem Gewebe und Dicke, seine gröberen und feineren Capillargefäße aber stark injicirt erscheinen. Die tieferen Schichten der Epidermis sind normal, die Hornschicht aber zu einer linsenförmigen oder gar erbsenförmigen Masse verdickt, welche die Vertiefung des Coriums ausfüllt, mehr oder weniger über dieselbe hervorragt und mit ihren Rändern über den wallähnlichen Umfang der Vertiefung in die benachbarte Epidermis übergeht, entweder ziemlich scharf begrenzt oder schwielenartig verstreichend. In den Hühneraugen haben die Zellen der Hornschicht noch die horizontale Richtung; nehmen sie aber in Wucherungen der Epidermis eine mehr senkrechte Richtung an und verlängern sie sich in fasernähnlicher Gestalt, so entstehen die seltener beobachteten hornartigen Auswüchse. Die am häufigsten vorkommende Art von Warzen ist dagegen eine Wucherung aus Häufchen der Papillen der Lederhaut, die sich cylindrisch verlängern und von einer dickeren, oft braun gefärbten, rissig zerklüfteten Epidermis überzogen sind.

Farbe der Haut. Die Lederhaut ist bei der weißen wie bei den farbigen Racen weiß, röthlich weiß oder roth, letzteres an den Stellen, an welchen das oberflächliche Capillargefäßnetz stärker entwickelt, engmaschiger, oder seine Gefäße von einer größeren, circulirenden oder stagnirenden Blutmenge ausgedehnt sind, welches sowohl im normalen als im pathologischen Zustande stattfinden kann. Auch die blutrothe, violette und blaue Färbung hängt von dem Blute in der Lederhaut ab, sei dieses nun lediglich in dem oberflächlichen Capillargefäßnetze stärker angehäuft, wie in den Todtenflecken der zur Zeit des Todes oder bald nach demselben abhängig gelagerten Theile, die vorzüglich nach solchen Todesarten erscheinen, bei welchen die Blutmasse flüssig bleibt, wobei denn die mittleren und tieferen Partien der Lederhaut von normaler weißer Farbe erscheinen: oder sei es in Gestalt kleiner Tröpfchen in die Maschen des zellstoffigen Hautgewebes aus zerrissenen Gefäßchen ergossen und in der ganzen Dicke der Lederhaut verbreitet, wie bei der Ecchymosis cutanea. Die Lederhaut ist an den meisten Stellen so dick, daß ein nur in das Unterhautzellgewebe ergossenes Extravasat (Ecchymosis subcutanea) nicht durch das Corium durchschimmert: nur an den Augenliedern und anderen dünnhäutigen Stellen sieht man eine von dieser Ursache abhängige Färbung, auch wenn nicht gleichzeitig eine Ecchymosis cutanea vorhanden ist

Rothe, blaue oder schwarze Färbung der Epidermis ist nur dann vom Blute abhängig, wenn in die tiefe Schicht derselben, zwischen der Hornschicht und der Lederhaut, aus den Gefäßen der letzteren Blut ergossen ist: in allen anderen Fällen entsteht sie durch fremde Körper, z. B. Chlorgold, salpetersaures Silber, welche im Zustande der Auflösung das Gewebe der Epidermis in geringerer oder größerer Tiefe durchdringen und innerhalb desselben sich chemisch verändern. Man sagt, durch salpetersaures Silber werde die Epidermis chemisch verändert, ein Ausdruck, der nicht ganz richtig ist, da vielmehr das genannte Salz eine Zerlegung erleidet. Legt man ein Stück dicke Epidermis in eine Auflösung von salpetersaurem Silber bis zur vollständigen Durchdringung und setzt es dem Lichte aus, so färben sich die freien Flächen braunschwarz, und trägt man diese ab, so findet man das Innere des Oberhautstückes noch von weißer Farbe; aus Schnittchen dieser scheinbar unveränten Epidermissubstanz kann mit Wasser ein durch Salzsäure fällbarer Auszug nicht mehr erhalten werden. Die Schnittchen schwärzen sich aber im Lichte; an ihnen zeigt sich unter dem Mikroskop und bei Behandlung mit Essigsäure das Gewebe der Epidermis ganz unverändert, nur sieht man an der Außenseite der größeren Zellen, besonders da wo sie zusammenstoßen, sehr dunkle Körnchen von $1/_{1500}$ bis $1/_{1000}'''$ Durchmesser, ohne Zweifel Chlorsilber und reducirtes Silber. Behandelt man die Schnittchen, bevor sie sich völlig geschwärzt haben, mit kaustischem Ammoniak, so erhält man in diesem die bekannte Reaction auf Salzsäure und die Ablagerung zwischen den Zellen erscheint geringer an Masse. Die Ablagerung ist überhaupt am stärksten in der tiefen Schicht der Epidermis und in den Ausführungsgängen der Schweißdrüsen, zeigt sich aber auch an der Hornschicht und ist hier feinkörniger. Bei der Färbung der Epidermis durch lange fortgesetzten inneren Gebrauch des Höllensteins wird vermuthlich ein Silbersalz bis in das Cytoblastem der tiefen Schicht und die, die Epidermis durchdringende Flüssigkeit geführt und hier durch das Licht verändert.

Uebrigens werden die nur in das Gewebe der Epidermis eingedrungenen Farbstoffe durch allmälige Abstoßung und Reproduction der Epidermiszellen in verhältnißmäßig kurzer Zeit entfernt; dagegen sie, wenn sie in das Gewebe der Lederhaut eingedrungen sind, hieselbst keinen bedeutenden Entzündungsreiz und keine Eiterung erregen und in der Blutflüssigkeit unauflöslich sind, während des ganzen Lebens unverändert sich erhalten. Eingeheilte Pulverkörner liegen im Gewebe der Lederhaut: an den roth und schwarz (scheinbar schwarzblau) tättowirten Hautstellen findet man die pulverigen Farbekörperchen, wahrscheinlich Kohle von Schießpulver und Zinnober, von unregelmäßiger Gestalt und $1/_{310}$ bis $1/_{170}'''$ Größe, in einzelnen Haufen oder Nestern beisammen und letztere in einer Tiefe von $1/_{17}$ bis $1/_4'''$ unterhalb der Basis der Papillen zwischen den Fibrillen des Corium eingebettet. Die gelbe Färbung, in welche die blutrothe Farbe der Ecchymosis cutanea in späteren Stadien übergeht, so wie die beim Icterus, ist nur im Gewebe der Lederhaut verbreitet: eine intensivere gelbe Färbung der Epidermis kann bei dem weißen Menschen nur von Versengung oder der Einwirkung der Salpetersäure herrühren. — Die weiße Farbe des Corium, welche durch die bedeckende Epidermis gemildert und modificirt wird, ist lebhafter, frischer und zuweilen mattglänzend bei stärkerer Ausdehnung derselben durch stärkere Erregung ihrer Nerventhätigkeit und Circulation, bei lebhafterem Turgor; aber auch durch größere mechanische Anspannung bei stärkerer Anfüllung des Unterhautzellgewebes mit Fett oder Serum, und im letzteren

Falle blasser, mit einer eher bläulichen als röthlichen Nuance, bei stärkerer Fettanhäufung oft mehr in das Gelbliche spielend: gegentheils erhält die Lederhaut, wenn sie mehr contrahirt und blutarm, z. B. im Fieberfroste, oder bei schneller Abmagerung schlaffer über die unter ihr liegenden Organe ausgespannt ist, ein mattweißes oder weißgraues, selbst erdfahles Ansehen, welches zum Theil von einer feinen Runzelung ihrer Oberfläche und der sie bedeckenden Epidermis abhängt. Das schmutzige Ansehen der Haut bei ausgedehnter Desquamation rührt lediglich von der Hornschicht der Epidermis her, indem die Zellen und Schüppchen derselben, sobald sie nur zum Theil sich abgelös't haben, zusammenschrumpfen und undurchsichtiger werden.

Die Epidermis ist zwar niemals völlig farblos, läßt jedoch die weiße oder weißrothe Oberfläche des Coriums um so weniger verändert hindurchschimmern, je dünner und je weniger sie selbst gefärbt ist. Daher ist bei den weißen Menschenracen und Nationen die schwache gelbliche Färbung der Oberhaut, welche in dem Inneren der tiefen Schicht und den Zellen der Hornschicht ihren Sitz hat, oft kaum wahrzunehmen, so lange sie noch auf der Lederhaut befestigt ist, mit Ausnahme der schwielig verdickten Stellen der Hornschicht und gewisser, fast immer etwas dunkler gefärbten Stellen; dagegen ist diese Färbung bei brünetten Individuen und Nationen der weißen Race in der ganzen Ausbreitung der Epidermis sehr merklich und rührt von einer tieferen Farbe der Kerne, vorzüglich der Kerne der tiefen Schicht, welche hell bräunlichgelb sind, und von einer gelblicheren Nüance der Hornschicht her. Die dunklere Färbung der Brustwarze und ihres Hofes, der Achselhöhlen, des Hodensackes, der großen Schamlefzen und des Umfanges des Afters ist bei Albinos gar nicht, bei sehr blonden Weißen im Kindes- und Jugendalter oft nur sehr schwach wahrzunehmen, vorzüglich wenn an den erstgenannten Stellen die Lederhaut durch eine sehr dünne Epidermis rosenroth durchschimmert: dagegen ist die Färbung dieser Stellen bei brünetten Menschen, selbst bei übrigens verhältnißmäßig weißem Teint, oft höchst auffallend, am Warzenhofe der Negerfarbe sehr sich annähernd, und in der Regel während der Schwangerschaft stärker saturirt. Sie hat vorzüglich ihren Sitz in der tiefen oder innersten Schicht der Epidermis, welche selbst in dünnen Schnitten die Farbe der Masern des unpolirten Eschen- oder Nußbaumholzes und ganz nahe am Corium sogar eine noch tiefere Farbe darbietet, und rührt hauptsächlich von der dunkelbraunen Farbe der scharf contourirten Kerne her, sowohl der noch frei liegenden, als der schon in Zellen eingeschlossenen. Auch die kleinen, nur $1/_{210}'''$ großen Zellen dieser Schicht sind braun, jedoch bei weitem nicht so tief gefärbt als ihre $1/_{420}'''$ großen Kerne. Auch in der mittleren Schicht sind die Kerne braun und viel dunkler als in der Epidermis anderer Stellen: die Zellen sind hier blasser als in der tiefen Schicht, jedoch finden sich einzelne braune, einen dunkelbraunen Kern enthaltende Zellen von $1/_{160}'''$ bis $1/_{84}'''$ Durchmesser, welche zwar undeutlich zart granulirt scheinen, von denen jedoch durch Behandlung mit Essigsäure und Druck keine kleine Pigmentkörnchen isolirt werden können; vielmehr sind sie in ihrer ganzen Masse oder wenigstens in ihren Wänden gleichförmig gefärbt. Daß auch die Wände der Zellen der Hornschicht eine blaßbräunliche Färbung, die nicht von anhangenden oder eingeschlossenen Pigmentkörnchen herrührt, besitzen, erkennt man leicht durch Vergleichung mit der Oberhaut anderer Körperstellen desselben Menschen: die Kerne derselben, wo sie noch vorhanden sind, erscheinen gleichfalls ungewöhnlich dunkel, obgleich heller als in der tiefen und mittleren Schicht: so daß die Färbung in der That durch

die ganze Dicke der Epidermis geht, jedoch nach der Oberfläche hin allmälig blasser wird, theils durch Verschwinden der Kerne und relative Abnahme ihrer Größe im Verhältniß zur Größe der Zellen, theils dadurch, daß die Färbung der Zellenwand oder ihres Inhalts mit dem Wachsthum der Zellen nicht gleichen Schritt hält, sondern die Färbung von dem ursprünglichen Grade der Saturation, wie er an den jungen Zellen bemerkt wurde, nun über eine viel größere Fläche verbreitet ist. Uebrigens ist diese Färbung nicht gleichförmig verbreitet, sondern in Häufchen und Nestern von Kernen und Zellen, zwischen welchen sich ganz blasse Zellen und hellere Kerne finden.

Die Färbung der Epidermis des Negers verhält sich im Wesentlichen ganz auf dieselbe Weise, nur daß sie gleichförmiger verbreitet und saturirter ist, obgleich man bei einzelnen Weißen Warzenhöfe findet, die an Schwärze der Negerhaut nicht nachstehen. Zwar versichert Henle [1]), der so große Verdienste um die Kenntniß der Oberhautgebilde sich erworben hat, daß die Färbung lediglich auf das Rete Malpighii beschränkt sei und von Pigmentzellen herrühre, welche den Zellen des Augenpigments höchst ähnlich, polyedrisch, zuweilen vollkommen hexagonal und $^1/_{277}$ bis $^1/_{143}$''' groß sein sollen. Es ist schwer zu erklären, wie diesem ausgezeichneten Beobachter, indem er frische oder auch nur getrocknete Negerhaut untersuchte, es hat entgehen können, daß die Färbung vorzüglich von den dunkelbraunen, beinahe schwarzbraunen Zellenkernen abhängt; diese sind scharf begrenzt und zwar eher matt als glatt und glänzend, aber nur sehr undeutlich granulirt, durch Behandlung mit Essigsäure und Druck lassen sich kleinere Pigmentkörnchen nicht von ihnen abtrennen; ihr Durchmesser wechselt von $^1/_{840}$ zu $^1/_{630}$''' bis $^1/_{315}$ zu $^1/_{250}$'''; der noch dunklere, runde oder längliche Nucleolus mißt im längsten Durchmesser $^1/_{1000}$ bis $^1/_{800}$'''. So verhalten sich in der tiefen Schicht sowohl die noch freien Kerne als die schon von einer Zelle umgebenen: die kleinsten Zellen mit den kleinsten Kernen messen $^1/_{315}$ zu $^1/_{260}$ bis $^1/_{210}$''', die meisten mit einem $^1/_{315}$''' langen und $^1/_{420}$''' breiten Kern. Diese Kerne und Kernzellen liegen auf den Spitzen der Papillen mehr in der Fläche ausgebreitet, in den dunkler erscheinenden Zwischenräumen der Papillen aber meistens in Nestern von $^1/_{160}$ bis $^1/_{25}$''' Durchmesser zusammengehäuft, von welchen die kleineren oft eine regelmäßig runde Gestalt und Begrenzung haben, so daß man sie auf den ersten Anblick wohl für Pigmentzellen halten könnte: solche Nester lassen sich aber in vier bis sechs ovale Kerne zerlegen. Diese Kerne etwa als Pigmentzellen anzusehen — da die größten derselben den kleinsten Pigmentzellen nach Henle's Angabe gleichkommen würden — ist aus folgenden Gründen gänzlich unstatthaft: sie verhalten sich bis auf die tiefere Farbe durchaus wie die gelblichen Kerne in der Epidermis des Weißen, ihre Größe ist zu gering, ihre Gestalt zu bestimmt und regelmäßig, ihre Contour zu scharf, denn wären sie eine Pigmentanhäufung um einen hellen Kern, so würde man die bekannten Pigmentkörnchen eben so, wie in nur theilweise gefüllten wirklichen Pigmentzellen, und den Kern durch diese Körnchen hindurchschimmernd erblicken; sie liegen von einander isolirt, niemals an einander abgeplattet, sondern getrennt durch Zwischenräume von gleicher oder größerer Breite als ihr eigener Durchmesser; man sieht die den dunkelbraunen Kern umgebende Zellenmembran sehr deutlich und ersterer widersteht der Einwirkung der Essigsäure. — Auch die Zellen der tiefen Schicht sind braun, aber bei weitem heller als die Kerne, und zwar gleichförmig gefärbt, nicht durch einen Inhalt von Pig-

[1]) Symbolae ad anat. villor. Berol. 1837.

mentkörnchen · nach Anwendung der Essigsäure verwandeln sie sich in eine formlose, nicht deutlich granulirte Masse. In der mittleren Schicht verhalten sich die Kerne eben so, die Zellen aber sind nicht allein größer, sondern auch merklich heller, viele sogar ziemlich blaß, obgleich noch immer bräunlich und dunkler, als in derselben Schicht der Oberhaut des Weißen. In dieser Schicht kommen nun auch wirkliche Pigmentzellen vor, welche außer dem stets dunkelbraunen Kerne noch kleine, runde und längliche, dunkle, bei starker Beleuchtung und Vergrößerung hellgelbliche Pigmentkörnchen von $1/_{1600}'''$ oder von $1/_{1300}$ zu $1/_{2400}'''$ Durchmesser enthalten, die sich durch Essigsäure und Druck isoliren und zerstreuen lassen und die Zellen gänzlich oder häufiger nur zum Theil anfüllen; bei den nur theilweise angefüllten Zellen unterscheidet man vorzüglich deutlich ihre eigene homogene, nicht von den Pigmentkörnchen herrührende Färbung. Diese Pigmentzellen sind polyedrisch, häufig von irregulärer Gestalt, jedoch nicht in längere Zacken und Ramificationen auslaufend, meistens $1/_{133}$ zu $1/_{100}'''$ groß; sie finden sich im Verhältniß zu den gleichförmig gefärbten Zellen nur sparsam vor. Auch in der Hornschicht kommen noch wirkliche gefüllte Pigmentzellen bis zu $1/_{42}'''$ Durchmesser vor, aber noch viel sparsamer: die meisten Zellen der Hornschicht erscheinen einzeln bei starker Beleuchtung zwar ganz blaß; vergleicht man sie aber, besonders in Aggregaten und auf senkrechten Durchschnitten, an gefalteten Stellen und umgeschlagenen Rändern, mit denen der Epidermis des Weißen, so findet man sie dunkler, hellbräunlich (bei durchfallendem Licht), vorzüglich an den Contouren: wo der Kern noch vorhanden, ist er dunkelbraun und scharf contourirt, seltener blasser und graulichbraun, sehr selten ganz blaß und zwar nur in vorzüglich blassen Zellen: die Kerne scheinen in dieser Schicht zahlreicher vorhanden zu sein als beim Weißen, vielleicht nur, weil man sie wegen ihrer Farbe leichter sieht.

Nach diesen Beobachtungen finden sich also wirkliche gefüllte Pigmentzellen in der Epidermis der Neger, jedoch in geringer Anzahl; diese unterscheiden sich aber von denen des Augenpigments durch eine viel geringere Menge der enthaltenen Pigmentkörnchen, welche auch die Flüssigkeit, in welcher man die Pigmentzellen zerdrückt, nicht so wie das Augenpigment stark trüben, besonders aber durch die dunkelbraune Farbe des Kerns, der in den Zellen des Augenpigments, sowohl in den runden oder hexagonalen, als in den irregulär geschwänzten, sternförmigen und ramificirten der Lamina fusca, stets hell ist. Dagegen hängt die Färbung der Epidermis vorzüglich von der dunkelbraunen Farbe der so zahlreichen Kerne und von einer weniger saturirten Färbung der Zellen ab, welche im Verhältniß der absoluten Größe der Zellen und ihrer relativen zu den Kernen nach der Oberfläche hin abnimmt. Ob nun diese Färbung von einem mit den Zellenwänden chemisch verbundenen Farbestoffe abhängt, oder von einem farbigen formlosen Zelleninhalte, aus welchem vielleicht die isolirten Pigmentkörnchen sich bilden (eine Bildung, welche in den Zellen des Augenpigments reichlich, in denen der Epidermis gar nicht oder in geringer Menge und nur in einzelnen stattfinden müßte), ist für jetzt nicht zu bestimmen: jedenfalls aber die Färbung der Kerne sehr eigenthümlich und für das Epidermisgebilde charakteristisch. Die Färbung hat daher ihren Sitz vorzüglich in der tiefen und mittleren Schicht (dem sogenannten Rete Malpighii), aber auch in der Hornschicht, wie es schon von mehreren Beobachtern unter Widerspruch anderer angegeben worden ist: dieses lehrt nicht allein die Lage und Größe der größten, noch mit braunen Kernen versehenen Zellen, die keiner anderen als der Hornschicht angehören können, und

das freilich sparsame Vorkommen wirklicher Pigmentzellen in dieser Schicht; sondern auch die Betrachtung mit bloßem Auge. Ich habe von Negeroberhaut nach langer Maceration die tiefe und mittlere Schicht stellenweise so vollständig getrennt, daß keine Spur der Abdrücke der Papillen, kein Nest von braunen Kernen, keine kleinere Zellen mehr durch das Mikroskop wahrgenommen werden konnten und beide Flächen der Hornschicht gleich glatt erschienen: solche sehr diaphane Stellen unterschieden sich durch graubräunliche Färbung noch sehr deutlich von der Epidermis des Weißen, besonders auf einer weißen Unterlage. An den dunkleren Stellen der Haut des Negers, Hodensack, Brustwarze u. a. sind die dunklen Kerne zahlreicher und die Nester größer, die Hornschicht verhältnißmäßig dünn: an den helleren Stellen, Handteller, Fußsohle, ist die tiefe und mittlere Schicht an sich nicht dünner und heller als an den Armen und Beinen, sondern nur dünn im Verhältniß zu der weniger gefärbten dicken Hornschicht, von welcher sie mehr als an anderen Stellen verdeckt und ihre Farbe gemildert wird.

Gelbbräunliche Sommersprossen verhalten sich fast ganz wie die Negerepidermis: braune Kerne, Zellen von gleichförmig bräunlicher Färbung und wirklich gefüllte Pigmentzellen; letztere scheinen verhältnißmäßig etwas zahlreicher als in der Negeroberhaut vorzukommen, ihre Färbung so wie die der Kerne und nicht gefüllten Zellen ist aber heller, mehr gelblichbraun. Im dunkelbraunen Muttermal findet sich dieselbe Anordnung wie in der Oberhaut des Negers, die Kerne tief braun, gefüllte Pigmentzellen sparsam; die Epidermis ist oft bis zu $1/4'''$ dick (wenn sie im Umfang des Mals nur $1/27'''$ Dicke hatte) und zwar ungleich, höckerig; in den Höckern erstrecken sich die Nester dunkelbrauner Kerne und stärker gefärbter Zellen dergestalt in die Hornschicht, daß die Grenze zwischen dieser und der mittleren Schicht nicht zu erkennen ist. — Es ist wahrscheinlich, daß die oben beschriebene, vorzüglich durch die Kerne bewirkte Coloration, und nicht eine chemische Veränderung der Hornschicht, bei den in heißen Klimaten gebräunten Weißen stattfinde und auf gleiche Weise bei den übrigen gefärbten Racen, deren Haut zu untersuchen ich nicht Gelegenheit hatte.

Anhänge der Epidermis. Die Nägel sind nichts Anderes als verdickte Stellen der Hornschicht der Epidermis. In der compacten Substanz des Nagels, vom Rücken desselben an bis zum Corium des Rückens der Fingerspitze, fallen die sehr platten Zellen dieser Schicht zwar nicht so leicht in das Auge, als an den übrigen Stellen der Oberhaut, sind aber doch bei einiger Aufmerksamkeit sehr deutlich und bestimmt zu erkennen, besonders von der Mitte der Dicke des Nagels an bis zu seiner concaven Fläche: hier sind sie etwas weniger platt und enthalten meistens Kerne, welche wegen ihrer braunen Farbe besonders deutlich in dem, dem bloßen Auge beinahe weiß erscheinenden Nagel des Negers sind. Die Kerne finden sich auch deutlich in den Zellen der Ränder der Nagelwurzel. Nach der convexen Seite hin sind die Zellen sehr platt, meistens ohne Kern, hangen sehr fest zusammen und blättern sich nicht so leicht ab, als an anderen Stellen der Epidermis. Einzelne Lamellen finden sich in dieser, der Hornschicht entsprechenden Nagelmasse nicht; bei Durchschnitten aber splittert der Nagel, es bilden sich Spalten und Blätter von ungleicher Dicke, die man, wie mir Kohlrausch gezeigt hat, durch veränderte Führung der Klinge in verschiedenen Richtungen verfertigen, auch öfters in irreguläre und zackige, faserige Gestaltungen zerlegen kann. Vom Rücken der Fingerspitze hinter dem Nagel an erstreckt sich die tiefe Schicht der Epidermis rückwärts in die Nagel=

falte, alsdann hinter dem hinteren Rande der Nagelwurzel unter den Nagel, indem sie hier die longitudinalen, von der Lunula an ansehnlichen, mit flokkenähnlichen Papillen besetzten Riffe des Coriums bekleidet und die Furchen zwischen diesen ausfüllt: endlich geht sie unter der Nagelspitze ununterbrochen in die tiefe Schicht der Epidermis der Fingerspitze über: eben so continuirlich zeigt sie sich in den flacheren Nagelfalten der Seitenränder des Nagels. Diese sehr dünne Schicht besteht aus kleinen Kernzellen und freien Kernen, welche bei blonden Menschen gelblich, bei sehr brünetten gelbbräunlich, beim Neger dunkelbraun sind: verhält sich überhaupt ganz so, wie die tiefe Epidermisschicht aller übrigen Körperstellen, und zwar nicht allein beim Neugebornen (Henle), sondern bei jedem, von Kohlrausch und mir in dieser Hinsicht untersuchten erwachsenen Menschen: nur ist es bei diesen, bei der sehr ungleichen Härte der Haut und des Nagels, etwas schwieriger, dünne Segmente aller einander deckenden Gebilde in unverletztem Zusammenhange zu erhalten. Die mittlere helle Epidermisschicht stellt sich in der Nagelfalte über dem Rücken der Nagelwurzel ganz deutlich dar; unter dem Nagel ist sie schwer zu erkennen, entweder weil sie sehr dünn ist, so daß die tiefe Schicht und die harte Nagelmasse (Hornschicht) fast unmittelbar in einander übergehen, oder weil sie bei Verfertigung dünner Segmente des Nagels mit dem unterliegenden Corium, welche wegen der Härte des ersteren nur mit größerer Gewalt als an anderen Hautstellen geschehen kann, verdrängt oder zerstört wird: indessen habe ich sie einigemale bestimmt gesehen. Die Hornschicht der Epidermis geht vom Rücken des letzten Fingergliedes vom vorderen Rande der Nagelfalte auf den Rücken des Nagels über, theils nach vorn mit senkrecht gestellten Zellen, welche einen kleinen Vorsprung hinter der Lunula bilden; theils nach hinten in die Nagelfalte mit allmälig mehr horizontal sich lagernden Zellen, welche in den Rücken der Nagelwurzel dergestalt übergehen, daß man die Grenze zwischen Nagel und Hornschicht der Nagelfalte nicht bestimmen kann.

Auch das Haar kann als ein Epidermidalgebilde, als ein von der Oberfläche des Corium sich erhebender Hornfaden betrachtet werden, dessen cylindrische Gestalt von der Form seiner Matrix — einem warzenähnlichen Hügel der Lederhaut (Haarkeim) und einer ungefähr röhrenförmigen oder schlauchartigen Einsenkung derselben (Haarbalg) — in ähnlicher Weise bedingt ist, wie die Plattenform des Nagels von einer furchenartigen Einsenkung und Flächenausbreitung der Lederhaut abhängig ist. Der Haarbalg ist die oberflächlichste Lage des Corium, welche bei den zarten und kurzen, weißlichen, sogenannten Wollhaaren nur in die Dicke des Gewebes der letzteren, bei den längeren und stärkeren Haaren aber meistens über diese hinaus in den Unterhautzellstoff sich einsenkt; durch die größere Dichtigkeit seines Gewebes, seinen Reichthum an Capillargefäßen und seine weißröthliche Farbe unterscheidet er sich hinlänglich von dem mehr lockeren Gewebe der mittleren und tiefern Lage des Coriums und dem Unterhautzellstoffe. Der von seinem geschlossenen Boden sich erhebende kegelförmige Haarkeim oder Haarpulpa ähnelt sehr einer Hautpapille; deutlich dringen Gefäße, vielleicht auch Nervenfibrillen in ihn ein; seine Oberfläche ist von einer verhältnißmäßig mächtigen Lage von Kernzellen bedeckt, welche denen der tiefen Epidermisschicht gleichen und sehr häufig, vorzüglich bei brünetten Menschen und beim Neger, gefärbt sind und dunkelbraune oder schwarze Kerne enthalten. Der größere peripherische Theil dieser Zellen verlängert sich theils zu platt spindelförmigen Haarfasern, welche zuerst an ihren Enden und später, wie es

scheint, ihrer ganzen Länge nach in feinere Fibrillen zerfallen; theils wandeln sie sich zu den sehr platten und dünnen Zellen um, welche schuppenartig die Peripherie der Haarwurzel und des Haarschaftes umgeben und mit ihren einander deckenden Rändern die feineren Querstreifen desselben bilden. Die an dem Gipfel des Haarkeims gebildeten Zellen behalten ihre rundliche oder polyedrische Gestalt und ihre Kerne und bilden, im Allgemeinen der Länge nach an einander gereihet, den inneren Theil des Haars, das niemals bis in die Spitze sich erstreckende sogenannte Haarmark, welches daher der tiefen Schicht der Epidermis (dem sogenannten Malpighi'schen Netz), hingegen die sogenannte Rindensubstanz des Haars der Hornschicht der Oberhaut zu vergleichen ist. — Die sogenannten Haarwurzelscheiden sind der Epidermisüberzug des Haarbalges. Die äußere Haarwurzelscheide ist unmittelbare Fortsetzung der tiefen und mittleren Schicht der Oberhaut: eine verhältnißmäßig dicke Lage von Kernen und länglich rundlichen und polyedrischen Kernzellen, die beim Neger auf die oben beschriebene Weise sehr dunkelbraun gefärbt sind: die der Wand des Haarbalges zunächst anliegenden Zellen und Kerne sind mit ihren Längendurchmessern senkrecht gegen die Wand des Haarbalges gerichtet; zwischen ihnen und dem Haarbalge sieht man oft bei großen Tasthaaren eine ansehnliche Lage von blutröthlich gefärbtem Cytoblastem. Die innere Wurzelscheide bildet ein Continuum mit der Hornschicht der Epidermis an der Mündung des Haarbalges und unterscheidet sich von dieser nur durch geringere Dicke, namentlich im Halse des Haarbalges an den Einmündungsstellen der Talgdrüsen, und durch größere Durchsichtigkeit: sie besteht aus länglichen, platten, mit ihren Längendurchmessern der Haarwurzel und den Wänden des Haarbalges parallel gerichteten Zellen. Diese Zellen sind meistens ohne Kern und nur in der Nähe des verdickten Wurzelendes, der Haarzwiebel (des Haarknopfes), woselbst diese Scheide in die peripherischen Zellen der Haarzwiebel und des Haarkeims ohne deutliche Grenze übergeht, mit Kernen versehen: sie haben starken Zusammenhang ihrer Länge nach, daher die Scheide durch Druck in längliche fasernähnliche Bänder von ungleicher Dicke zerreißt. Die nur durch Manipulation bewirkte Entstehung von Maschen zwischen den noch in netzförmigem Zusammenhange gebliebenen, bandartigen Partikeln der inneren Wurzelscheide hat Veranlassung gegeben, diese Scheide als eine gefensterte Membran zu bezeichnen. Solche bei dem Ausziehen des Haars losgerissene Bänder, zum Theil vielleicht auch durch die Zerrung bewirkte Faltungen der inneren Wurzelscheide, welche vorzüglich an den etwas vorspringenden Rändern der schuppenartigen peripherischen Zellen der Haarwurzel entstehen, bilden die stärkeren, breiteren und mehr hervorragenden Querstreifen, welche man so häufig, sowohl an der inneren Fläche der inneren Wurzelscheide, als an der Peripherie der Haarwurzel erblickt, und zwar an der letzteren nicht selten in der Gestalt isolirter, die Haarwurzel umschnürender Fasern. (Diese Verhältnisse der inneren Wurzelscheide sind vorzüglich nach umfassenden Untersuchungen von Kohlrausch, von welchen ich fortlaufende Kenntniß genommen habe, dargestellt.)

Ob das Haar in einem präformirten geschlossenen Sacke entsteht und diesen durchbricht, oder ursprünglich auf der Oberfläche des Corium mit seiner Haarzwiebel aufsitzt und der Sack sich um das schon existirende Haar einsenkt, ist noch nicht entschieden. Zwar sah G. Simon [1]) Haarbälge, die

[1]) Müller's Archiv. 1841.

noch kein Haar enthielten: da er aber bei schon sichtbarer Haarwurzel den Haarknopf und den Haarkeim gar nicht oder nur undeutlich zu erkennen vermochte, dennoch aber die Existenz dieser Theile annimmt, so läßt sich auch in Betreff der anscheinlich noch haarlosen Haarbälge vermuthen, daß dennoch der Haarkeim und vielleicht sogar ein kurzes, noch äußerst durchsichtiges, mehr zelliges als faseriges Haar in ihnen vorhanden war, aber zwischen den Zellen des Haarbalges und durch seine Wand hindurch nicht unterschieden werden konnte; jedenfalls mußte die Contour des Haarbalges leichter zu erkennen sein, als das Haar selbst, und etwas bedenklich bleiben immer alle Annahmen von dem Geschlossensein mikroskopischer Schläuche, die man bei der Beschauung einer Hautfläche und nicht auch in Durchschnitten, welche das geschlossene oder offene Ende genau halbiren, gesehen hat. Man braucht sich die Bildung des Haarbalges nicht gerade als eine Einstülpung der Cutis zu denken; sie kann auch erfolgen, wenn das Haar auf einer Papille (Haarkeim) der noch äußerst dünnen Cutis frei aufsitzt, indem die Cutis rings um das Haar herum durch Wachsthum von innen nach außen sich verdickt und das Haar in seine Dicke aufnimmt. Vielleicht findet aber Beides, nämlich eine ursprüngliche Bildung des Haares oder wenigstens des Haarkeims auf der Oberfläche, alsdann Bildung eines Balges und Schließung desselben und späterer Durchbruch des Haares, in einer gewissen Bildungsperiode Statt, in ähnlicher Weise, wie solche bei den Zähnen von Goodsir beobachtet worden ist.

Drüsen der Haut. Die Lederhaut ist mit zwei Arten von Drüsen versehen, den Talgdrüsen und den Schweißdrüsen.

Die Talgdrüsen, Glandulae sebaceae, sind traubenförmig aggregirte Drüsen, bestehen aus länglich rundlichen, meistens flaschenförmigen oder birnförmigen Acini (beerenähnlichen Secretionsbläschen), deren größte Breite oder Dicke zwischen $1/_{25}$ und $1/_{7}'''$ variirt, während ihre Länge etwas beträchtlicher ist; kugelig erscheinen sie nur, wenn man sie nicht von der Seite, sondern von ihrem Fundus aus betrachtet; ihr Hals ist oft kaum halb so weit als ihr Fundus. Die größeren dieser Drüsen bestehen aus vier bis zwanzig solcher Acini, die um einen kurzen, $1/_{5}$ bis $1/_{4}'''$ langen und $1/_{16}'''$ weiten, zuweilen ästigen Ausführungsgang gelagert sind, und erreichen zuweilen eine Breite und Dicke von $4/_{13}$ bis $5/_{13}'''$: die kleineren enthalten nur zwei bis drei Acini, ja zuweilen bestehen sie nur aus einem einzigen solchen kleinen Drüsenschlauch. Sie liegen immer im fettlosen Hautgewebe selbst, ragen niemals bis in den Panniculus adiposus hinein und erstrecken sich selten tiefer als $1/_{2}'''$ unter die Oberfläche der dickeren Stellen des Coriums. Die bei weitem größte Anzahl derselben liegt an den Haarbälgen und mündet mit ihren Ausführungsgängen in die Hälse der letzteren, daher man sie auch Haarbalgdrüsen genannt hat. Indessen ist diese Benennung nicht völlig zutreffend, weil sie auch an einigen wenigen der haarlosen Stellen vorkommen, z. B. die an den kleinen Schamlefzen (von welchen Wendt eine im Allgemeinen ganz richtige Abbildung gegeben hat); und weil auch an behaarten Stellen einzelne kleine, aus einem oder zwei Acini bestehende Drüsen dieser Art, die an ihrem weißen, undurchsichtigen, käseähnlichen Inhalt leicht als solche erkannt werden, unmittelbar auf die Oberfläche der Haut ausmünden. Zwar läßt sich gegen die letztere Angabe einwenden, daß das Haar weggeschnitten oder ausgefallen und nur die Drüse ganz oder theilweise zurückgeblieben sein könne: indessen würde man wohl in diesem Falle nicht den engen Ausführungsgang der Drüsen und nur allein diesen bis zu seiner Mün-

dung verfolgt, sondern auch einen Rest des Haarbalges noch erkannt haben. Die Drüsen umgeben den Haarbalg von allen Seiten, nicht allein paarweise an zwei Seiten, wie behauptet wird. Ihre dünnhäutige Wand ist inwendig von einem kleinzelligen Epithelium, einer Fortsetzung der Wurzelscheiden des Haarbalges bekleidet, dessen abgestoßene Zellen auch in dem ursprünglich dickflüssigen, aber noch innerhalb der Acini zu einer festweichen Consistenz sich verdickenden Secret erkannt werden können. Uebrigens richtet sich die Anzahl und Größe dieser Drüsen keineswegs nach der Stärke der Haare und Haarbälge, welche von ihnen umgeben werden; obgleich sie an längeren und stärkeren Haaren niemals vermißt werden, so findet man sie doch oft größer und zahlreicher an den Bälgen der feinen kurzen Wollhaare, deren Balg von den Drüsen mehr oder weniger versteckt wird und vielmehr in den Ausführungsgang der Drüse, als letzterer in den Haarbalg, zu münden scheint. Sehr entwickelt finden sie sich u. a. an den feinen Haaren der Stirn, Nase, Lippen, woselbst sie sich bis zum Anfange des rothen Lippenrandes erstrecken; sparsamer und kleiner an den Wangen und Augenlidern, hier zum Theil in die Bälge der Wimpern sich öffnend; ansehnlich und zahlreich hinter dem Ohre, an der Brust, Warzenhofe, Rücken, After, Hodensack und Schamlefzen, woselbst sie an der äußeren Fläche der kleinen Schamlefzen bis zum freien Rande derselben angetroffen werden. Sie fehlen gänzlich in der Hohlhand und Fußsohle, dem Rücken der dritten, oft auch der zweiten Finger- und Zehenglieder, am Penis mit Ausnahme der Wurzel desselben. An der Eichel, namentlich der Eichelkrone und Halse, auch schon an einem Theile der inneren Platte der Vorhaut, finden sich an ihrer Statt andere Drüsen von maulbeerförmiger Aggregation: diese liegen $\frac{1}{8}'''$ tief unter der Hautoberfläche, sind rundlich, $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{3}'''$ groß, und bestehen aus rundlichen Acini von $\frac{1}{65}$ bis $\frac{1}{45}'''$ Durchmesser, welche inwendig mit $\frac{1}{108}'''$ großen Zellen belegt sind; die größeren dieser Drüsen besitzen im Inneren einen Hohlraum von $\frac{1}{8}'''$ und sind überhaupt, der Form nach, den kleineren Schleimdrüsen ganz ähnlich.

Die vollständige Entdeckung der Schweißdrüsen fällt erst in die neueste Zeit, wenn gleich älteren Beobachtern seit Stenson und Malpighi ihre Mündungen in der Oberhaut des Handtellers nicht entgangen waren. Ihren Ausführungsgang entdeckten gleichzeitig Purkinje[1]) und Breschet mit Roussel de Vauzême (s. oben), letztere auch eine drüsenähnliche Anschwellung am Ende desselben; sie scheinen auch die Windungen des Drüsenkanals gesehen zu haben, ohne sie als dem spiralen Ausführungsgange angehörig zu erkennen, sondern sie erklärten sie für ein Organ des von ihnen angenommenen Appareil blennogène, welcher den Mucus Malpighii, der zur hornigen Epidermis erhärte, absondern soll. Die ersten getreuen Angaben und Abbildungen der eigentlichen Drüse verdanken wir Gurlt[2]) und R. Wagner[3]). Giraldès gab ein gutes Hülfsmittel zu ihrer Untersuchung an, ohne selbst, wie es scheint, großen Gewinn aus der Anwendung desselben gezogen zu haben, nämlich die Salpetersäure, welche das Epithelium der Drüse gelb färbt.

Die Schweißdrüsen des Menschen sind rundliche oder länglich rundliche, zuweilen etwas plattgedrückte Knauel eines Tubulus secretorius, welcher zu einem Ausführungsgange sich verlängernd die Lederhaut und Epidermis durchbohrt. Der Knauel liegt immer unter der Lederhaut im Unterhautzellstoff

---

[1]) Wendt de epidermide hum. Vratisl. 1833. [2]) Müllers Archiv. 1835.
[3]) Icones physiologicae.

und daher an den meisten Körperstellen von den Fettanhäufungen in denselben umgeben und versteckt; an den behaarten Stellen tiefer als die gleichfalls in die Fetthaut hineinragenden Haarbälge; an den mit Wollhaar besetzten Stellen im Allgemeinen doppelt so tief als die Haarbälge und Talgdrüsen. Das Secretionsröhrchen oder der röhrenförmige Drüsenschlauch, welcher bei durchfallendem Licht durchsichtig mit doppelten Contouren, bei auffallendem Licht weißlich erscheint, besteht aus einer dünnen, aus Zellstofffibrillen gewebten Wand von nur $1/_{220}'''$ Dicke und ist inwendig mit einem fest anhangenden Epithelium belegt, welches aus rundlich eckigen und länglich rundlichen, im Mittel $1/_{108}'''$ großen Zellen zusammengesetzt ist: die kleinsten dieser Zellen messen nur $1/_{170}'''$, die länglichen $1/_{170}$ bis $1/_{180}'''$ zu $1/_{85}'''$, ihre Kerne $1/_{610}'''$; sehr selten kommen auch cylindrische oder vielmehr kegelförmige, $1/_{64}'''$ lange und am dickeren freien Ende $1/_{210}'''$ breite Zellen vor: sie lassen sich nicht leicht herauspressen. Das Lumen des Tubulus nebst den Zellen, welche dasselbe größtentheils ausfüllen, ist ziemlich regelmäßig zwischen $1/_{65}'''$ und $1/_{54}'''$ weit, zuweilen an einigen Stellen etwas weiter bis zu $1/_{45}'''$, an anderen etwas enger: nur bei den großen Schweißdrüsen der Achselhöhlen erreicht es einen Durchmesser von $1/_{22}'''$ und mehr. Das Röhrchen beschreibt eine Menge in einander gedrängter Windungen, daher das Ende desselben meistens nicht sichtbar ist, doch habe ich mehremale ohne Zerreißung der vollkommen ausgebildeten Drüse ein abgerundetes, ohne Zweifel blind geschlossenes Ende gesehen; Endschlingen sind mir nicht vorgekommen und die geschlossenen Enden beim jüngeren Foetus sehr leicht zu erkennen. Die Drüse hat einen lockern Bau, indem die Windungen einander nicht berühren, sondern durch von Zellstoff ausgefüllte Zwischenräume, häufig von gleicher Breite als die Dicke des Tubulus, getrennt werden, daher leicht aus einander gebreitet werden können: die Windungen laufen größtentheils spiral, korkzieherähnlich. An einem Knauel von $1/_{6}'''$ Länge zu $1/_{9}'''$ Breite fand ich, nach vollständig gelungener Entwicklung desselben und Messung der einzelnen Strecken des Röhrchens, die ganze Länge des letzteren $3/_{4}'''$. Zuweilen vereinigen sich die Tubuli zweier Drüsen zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, jedoch habe ich dieses nicht sehr häufig, kaum einmal unter sechszehn bis zwanzig Drüsen beobachtet: niemals fand ich Anastomosen zwischen zwei Drüsenknaueln, welche bei der Distanz der letzteren von einander der Beobachtung gar nicht entgehen könnten, wenn sie vorkommen; ein über den Umfang des Knauels hinaus sich erstreckendes Röhrchen sah ich in keinem anderen Falle, als wenn der Knauel selbst von dem Messer getroffen oder von der Nadel zerrissen war. — Der Ausführungsgang durchdringt mit mehren korkzieherartigen Windungen oder wenigstens geschlängelt die ganze Dicke der Lederhaut, ist in der Nähe ihrer Oberfläche und in der tiefen Schicht der Epidermis gestreckt oder nur leicht geschlängelt: die korkzieherähnlichen Windungen erscheinen auffallender in der durch Liquor Kali carbon. erhärteten und in Wasser aufgequollenen Haut, sind in frischer Haut oft gar nicht wahrzunehmen. In der Epidermis, woselbst die Wandung des Ausführungsganges nur von eng an einander gedrängten und spiral gestellten Zellen der Hornschicht gebildet wird, welche ohne deutliche Grenze in das Epithelium des Ganges übergehen, macht derselbe gleichfalls korkzieherähnliche Windungen, aber in dünner Epidermis kaum eine einzige, da die Weite und Höhe der Windungen wenigstens $1/_{20}'''$ beträgt: hingegen um so zahlreichere Windungen, je dicker die Epidermis ist, z. B. im Handteller 7 bis 9, in der Fußsohle bis zu 12, (nach Wendt sogar bis zu 25): überhaupt ist die ganze

Länge des Ausführungsganges sehr verschieden nach der Dicke der Oberhaut, Lederhaut und selbst der Fetthaut; ich fand u. a. seine Länge an den Schweißdrüsen der Augenlieder zu $\frac{1}{4}'''$, an denen der Achselhöhle und des Oberschenkels zu $1\frac{1}{2}'''$, an denen der Fußsohle $2'''$ und mehr. Die Weite der Ausführungsganges ist stets geringer als die des zusammengeknauelten Secretionsröhrchens, dessen Fortsetzung er ist; meistens beträgt sie $\frac{1}{82}'''$ bis $\frac{1}{65}'''$, zuweilen $\frac{1}{85}'''$ wenn der Tubulus des Knauels $\frac{1}{57}'''$ weit war; ja sogar habe ich das Röhrchen eines Knauels $\frac{1}{42}'''$ und den Ausführungsgang nur $\frac{1}{103}'''$ weit gefunden. Ziemlich regelmäßig zeigt er sich verengert in der Nähe der Oberfläche der Lederhaut und öfters auch bei seinem Ausgange von dem Knauel: in dicker Epidermis ist er etwas plattgedrückt, welches man an den Windungsstellen sicherer erkennen kann, als an Querdurchschnitten desselben, da an diesen das Lumen wegen der Spiralwindungen immer elliptisch sich darstellt. Die Mündung auf der Oberfläche der Epidermis ist an den meisten Körperstellen nicht merklich erweitert, nur an den Hohlhand- und Sohlenflächen erscheint sie bekanntlich als eine trichterförmige Einsenkung auf den Riffen von $\frac{1}{16}'''$ Durchmesser.

Es giebt keine behaarte noch unbehaarte Stelle der Haut, welche nicht mit Schweißdrüsen versehen ist; ihre Anzahl ist größer als die der Talgdrüsen und ihre Verbreitung ausgedehnter und gleichförmiger: indessen ist ihre Lagerung, Größe und Anzahl in den einzelnen Körpergegenden etwas verschieden. Ziemlich regelmäßig liegen sie in der Hohlhand und Fußsohle, reihenweise nach der Richtung der gekrümmten Riffe, in deren Grübchen sie ausmünden: auch sind hier ihre Distanzen ziemlich gleich, den Entfernungen der leicht zu erkennenden Grübchen und der Riffe entsprechend; nur unter den breiteren Furchen des Handtellers liegen sie unregelmäßiger und etwas weiter von einander entfernt. An den übrigen Körperstellen liegen sie oft gruppenweise zu drei oder vier nahe beisammen, während sie auf Strecken von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}'''$ gänzlich vermißt werden, daher man bei der Untersuchung kleiner Hautschnittchen derselben Körperstellen eine bald größere, bald geringere Anzahl dieser Drüsen erblickt. An den Lippen verbreiten sie sich nicht ganz bis zum Anfange des rothen Randes, an den Augenliedern bis zum Grunde der Bälge der Wimpern, an der Nase bis zum Eingange der Nasenlöcher, am Penis bis zum freien Rande der Vorhaut, deren innere Platte, sowie die Eichel, die kleinen Schamlefzen und innere Fläche der großen, keine Schweißdrüsen besitzen. Ihre Größe variirt von $\frac{1}{16}'''$ bis $1\frac{3}{4}'''$: erstere kommen überhaupt sehr selten vor und die mehr als $\frac{1}{3}'''$ großen finden sich mit seltenen Ausnahmen nur in der Achselhöhle. Von den rundlichen Knaueln messen viele $\frac{1}{13}'''$, die meisten $\frac{2}{13}'''$, diese Größen finden sich bei den Drüsen der Hohlhand und Fußsohle fast regelmäßig. Die länglichen messen $\frac{1}{13}$ bis $\frac{2}{13}'''$ zu $\frac{2}{13}$ bis $\frac{4}{13}'''$; solche werden seltener in der Hohlhand und Fußsohle, dagegen mit den vorherrschenden rundlichen gemischt an allen Körperstellen angetroffen. Die mittlere Größe kann man daher zu $\frac{1}{6}'''$ Durchmesser nach allen Richtungen oder 0,002422 Cub. Lin. annehmen, welche Annahme auch für die meisten länglichen von verhältnißmäßig geringerer Breite und Dicke zutrifft: von dieser Größe fand ich sie am Schädelgewölbe, im Gesicht, am Halse und Nacken, Brust, Rücken, Bauch, Gesäß, Penis, Hodensack, großen Schamlefzen, oberen und unteren Extremitäten, Händen und Füßen, und zwar indem ich überall viele verschiedene Stellen jener Körpergegenden untersuchte; nur in der Inguinalgegend und an den Grenzen der Achselhöhle finden sich auch einzelne größere bis zu $\frac{1}{2}'''$

Länge. In der Achselhöhle selbst sind die Drüsen außerordentlich entwickelt, ihre Knauel zum Theil eng an einander gedrängt, meistens rundlich, nur wenige von $\frac{1}{6}'''$; dagegen die größere Anzahl $\frac{1}{3}$ bis $1'''$ im Durchmesser: einzelne sogar $1\frac{1}{2}$ zu $1\frac{3}{4}'''$ groß; der Tubulus des Knauels $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{33}'''$, der Ausführungsgang aber nur $\frac{1}{82}'''$ weit.

Für die weiter unten folgende Untersuchung über die Quellen der Hautausdünstung war es von Interesse, die Anzahl der Schweißdrüsen in verschiedenen Gegenden des Körpers zu kennen. Es fehlen zuverlässige Angaben für dieses Verhältniß gänzlich: zwar versichert Eichhorn[1]), dessen Behauptungen überhaupt auf sehr unvollständiger Beobachtung beruhen, in der Vola 25, am Handrücken 75 Ausführungsgänge auf einer Quadratlinie gezählt zu haben und theilt daher den anderen Körperstellen die Mittelzahl von 50 auf eine Quadratlinie zu: erstere Angabe ist nur annäherungsweise richtig, die beiden anderen ganz falsch. Man kann die Mündungen der Ausführungsgänge zählen, entweder an der freien Fläche der Epidermis oder besser an der inneren Fläche der Hornschicht, nach dem Abziehen derselben, wobei eine kurze Strecke des Epitheliumüberzuges aus den Ausführungsgängen hervorgezerrt und abgerissen wird; diese nebst den in der tiefen Schicht der Epidermis verlaufenden Strecken der Gänge contrahiren und schließen sich, wegen ihrer Elasticität und spiralen Windung, vollständig und erscheinen auf der inneren Fläche der Hornschicht in Gestalt kleiner, schon dem bloßen Auge sichtbarer Hügel. Hierbei hat man sich nur vor einem, wie es scheint, zuweilen begangenen Irrthume zu hüten, nämlich die Ausführungsgänge mit regellosen wasserhellen Fäden zu verwechseln, in welche nicht selten bei Ablösung der Hornschicht die durch Maceration oder heißes Wasser erweichte tiefe Epidermisschicht sich in der Art auszieht, wie man aus dickem Schleim Fäden ziehen kann: solche Fäden erweisen sich unter dem Mikroskop dünner als die Ausführungsgänge und ganz texturlos. An haarlosen Stellen, besonders in der Hohlhand und Fußsohle, kann man bei diesem Verfahren die in einem Stücke der Epidermis enthaltenen Reste der Ausführungsgänge mit Leichtigkeit zählen, wobei man nur sich zu erinnern hat, daß zuweilen zwei Drüsen zu einem Ausführungsgange sich vereinigen und die Größe der Drüsen, welchen die Reste der Ausführungsgänge angehörten, unbekannt bleibt: an vielen behaarten Stellen sind aber die zum Theil hervorgezogenen Haarwurzelscheiden der feinsten Haare von den Resten der Ausführungsgänge nicht sicher zu unterscheiden und daher das Resultat einer mit größter Sorgfalt angestellten Zählung trügerisch. Die Anzahl der Drüsen für eine gegebene Fläche nach den mittleren Abständen der Drüsen, die man an dünnen Hautschnitten untersucht hat, zu berechnen, ist eben so unthunlich und giebt die abweichendsten Resultate, weil sie an vielen Körperstellen in sehr verschiedenen Distanzen, gruppenweise und vereinzelt liegen, und an gepreßten Hautschnittchen die in denselben enthaltenen Drüsen beinahe in einer und derselben Ebene zusammengedrängt der Zählung sich darbieten.

Folgende Methode gewährte mir den Vortheil, sämmtliche, gewissen Hautstellen angehörenden Schweißdrüsen, auch wenn sie tief in der Fetthaut versteckt waren, zu Gesicht zu bekommen und mit Sicherheit zu zählen. Vermittelst eines Locheisens, Korkbohrers oder besser eines großen Doppelmessers entnahm ich viele Stücke der Haut nebst der Fetthaut von gleicher, sorgfältig gemessener Größe, meistens von vier bis acht Quadratlinien, legte

---

[1]) Meckel's deutsch. Archiv. 1826.

diese in mit drei Theilen Wasser verdünnte Salpetersäure, worin sie zwei Tage blieben, alsdann während einer gleichen Zeit in Wasser und endlich n Schwefeläther, in welchem sie, wenn die Säure nicht zu stark eingewirkt hatte, lange Zeit unverändert sich erhielten. An solchen, in dünne Schnittchen zerlegten Hautstücken entzieht sich keine der gelb gefärbten Drüsen der Beobachtung: wenn eine oder die andere von den Schnitten getroffen wurde, so ist dieses leicht zu erkennen: eine 25 bis 50malige Vergrößerung reicht hin, in jedem Falle ihren Tubulus von den gleichfalls gelb gefärbten Talgdrüsen, Adern oder Muskelfasern zu unterscheiden. Bei vergleichender Zählung der Drüsen in verschiedenen Hautstellen hielt ich mich an die mittlere und am häufigsten vorkommende Größe von 1/6''' Durchmesser; größere längliche wurden für zwei, drei oder vier, und zwei sehr kleine für eine gezählt. Nach Untersuchung und Vergleichung der Haut mehrerer männlichen und weiblichen Individuen, theils mit derber, theils mit feiner Haut, die sehr verschiedene Lebensweisen geführt hatten, über deren größere oder geringere Neigung zum Schwitzen ich freilich nichts erfahren konnte, fand ich folgende Mittelzahlen der Menge der Drüsen, jede zu 1/6''' in allen Durchmessern, in einem Quadratzoll Haut von der

Stirn	1258	Schweißdrüsen
Wangen	548	»
Hals, vordere und Seitenflächen	1303	»
Brust und Bauch	1136	»
Nacken, Rücken und Gesäß	417	»
Vorderarm, innere Seite	1123	»
» äußere Seite	1093	»
Hand, Vola	2736	»
Rücken	1490	»
Oberschenkel, innere Seite	576	»
äußere Seite	554	»
Unterschenkel, innere Seite	576	»
Fuß, Sohlenfläche	2685	»
Rücken	924	»

Die Schweißdrüsen der Achselhöhlen gestatten wegen ihrer ansehnlichen, von der mittleren ganz abweichenden Größe keine unmittelbare Vergleichung mit denen des übrigen Körpers hinsichtlich ihrer Anzahl: obgleich sie an Masse die einer jeden anderen, gleich großen Körperstelle weit überwiegen, ist doch die Zahl der Mündungen, durch welche sie ihr Secret ergießen, verhältnißmäßig gering.

Bei dem Versuche, eine Vorstellung von der ganzen Anzahl dieser Drüsen im menschlichen Körper und ihrer Masse zu erlangen, stoßen wir auf die Schwierigkeit, daß die Größe der Körperoberfläche und noch weniger die der einzelnen Gegenden desselben, keineswegs genau bekannt ist: sie wird von Einigen zu 12, von Anderen zu 15 Quadratfuß, von Abernethy sogar zu 18¾ Q.-F. Engl. oder 16½ Q.-F. Pariser Maß bestimmt. Nach den von mir angestellten vorläufigen Messungen, welche freilich den wünschenswerthen Umfang noch nicht erreicht haben, ist die erste Angabe zu gering, die letzte zu hoch. Nimmt man daher, was der Wahrheit am nächsten kommen wird, die Körperoberfläche zu 15 Pariser Quadratfuß an und die Zahl der Drüsen zu 1000 auf einen Quadratzoll, welche Annahme gewiß vielmehr zu hoch als zu gering ist, da viele sehr große Gegenden des Körpers deren weniger als 600 besitzen (indem z. B. die Rückenfläche vom Hinterhaupt bis zur

9*

Furche unter dem Gesäß eine Ausdehnung von wenigstens 300 Quadratzoll hat, mit nur 417 Drüsen auf jedem): berechnet aber dabei die größere Anzahl der Drüsen von den Volarflächen der Hände und Finger und den Sohlenflächen der Füße besonders, indem man erstere zu 58, letztere zu 76 Quadratzoll ansetzt; schließt dagegen die Drüsen der Achselhöhle wegen ihrer sehr abweichenden Größe aus: — so würde die Haut des ganzen Körpers mit Ausnahme der Achselhöhlen approximativ 2 Millionen 381248 Schweißdrüsen von $1/6'''$ Durchmesser besitzen.

Nehmen wir ferner die Drüsen der beiden Achselgruben, so weit sie so außerordentlich groß und gedrängt gelagert sind, als eine continuirliche Drüsenschicht von $7\frac{1}{2}$ Quadratzoll Ausdehnung und einer Dicke von $1'''$ an, so würde das Volumen aller Schweißdrüsen zusammen auf 3,9653 Cubikzoll zu schätzen sein.

Physiologische Verhältnisse.

Die physiologischen Eigenschaften und lebendigen Thätigkeiten der Haut in ihrer Beziehung zum ganzen Organismus sind hauptsächlich nach drei Rücksichten zu betrachten, indem dieselbe als ein Schutzorgan, als ein Organ der Ausscheidung und Aufnahme materieller Stoffe, und als Sinnesorgan sich darstellt: in ersterer Beziehung grenzt sie das Individuum bis zu einem gewissen Grade von der Außenwelt ab, in den beiden letzteren, wichtigeren Beziehungen vermittelt sie Wechselwirkungen mit der Außenwelt.

Die Haut als Schutzorgan.

Der Schutz, welchen die Lederhaut nebst der Fetthaut den tiefer liegenden Theilen, die Hornschicht der Epidermis aber zunächst der Lederhaut gewährt, hängt theils von der Textur und den chemisch-physikalischen Eigenschaften, theils von der Dicke dieser Organe ab. Gegen unsanfte Berührung der Gefühlswärzchen, auch gegen leichtere mechanische Einwirkungen und Beschädigungen, schützt die Epidermis die Oberhaut, daher nicht allein die Stellen, welche normaler Weise häufiger einem Druck ausgesetzt sind, sondern auch die, welche vorzugsweise zum Betasten gebraucht werden und durch stärkere Entwicklung der Gefühlswärzchen sich auszeichnen, von einer dickeren Hornschicht überzogen sind. Mechanischer Beschädigung tieferer Theile widersteht die Lederhaut, auch wenn sie selbst einer Verletzung nicht entgeht, durch ihre Masse, Festigkeit, Dehnbarkeit und Elasticität, indem sie den Druck auf eine größere Fläche vertheilt, vorzüglich wenn durch lange Retinacula und eine Unterlage von dicker Fetthaut und schlaffen Fascien ihre Verschiebbarkeit erleichtert ist. Wo zwischen der Lederhaut und den Knochen eine nur dünne Lage der Fetthaut ausgebreitet ist, namentlich am Schädelgewölbe, bringen Schläge mit einem runden Stocke, die an anderen Stellen nur eine geringe Quetschung hinterlassen, nicht selten ein Bersten der Haut mit ziemlich scharfen Rändern zuwege. Die Rückenfläche des Stammes und die äußere Seite der Glieder, welche äußeren Berührungen und Druck öfterer ausgesetzt sind, besitzen ein dickeres Corium. — Gegen die chemische Einwirkung vieler Substanzen wird zunächst die Lederhaut und die in ihr circulirende Blutmasse durch die Hornschicht der Epidermis geschützt, indem diese von Wasser, Essigsäure und vielen anderen schwachen Säuren, auch von verdünnten Mineralsänren und den meisten Salzen nicht aufgelös't wird. Obgleich die Hornschicht von mehreren dieser Substanzen durch Imbibition und Lockerung des Zusammenhanges ihrer Zellen erweicht

wird und überhaupt nicht völlig undurchdringlich sich darstellt, wie später nachgewiesen werden soll, so wird doch die Einwirkung derselben auf die Lederhaut längere Zeit aufgehalten, beschränkt oder gänzlich gehindert, entweder weil die Hornschicht durch diese Substanzen überall nicht verändert wird, oder weil einige derselben, bevor sie die Epidermis zu durchdringen vermögen, zerlegt werden oder verdunsten. Nur die kaustischen Alkalien und bei längerer Einwirkung auch concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure lösen nicht allein den Zusammenhang der Zellen, sondern auch die Zellensubstanz selbst auf. Wie der Schutz, den die Epidermis auch gegen chemisch- dynamische Einflüsse gewährt, eine ungestrafte Berührung heftiger Gifte und eine nicht zu lange fortgesetzte Benetzung mit den wässerigen Auflösungen derselben gestattet, gegentheils die endermatische Methode eine der Application der Medicamente vorhergehende Entfernung der Hornschicht erfordert, ist bekannt. Zum Theil hängt dieser Schutz von dem fettigen Gehalt und Ueberzuge der Epidermis ab. Daß sie Fett in ihrem Gewebe und nicht allein an ihrer freien Fläche und in den Mündungen der Talgdrüsen enthält, welches nach den bisherigen Analysen noch ungewiß war, erkennt man, wenn man die Hornschicht von Stellen, an welchen keine Drüsen dieser Art existiren, z. B. von der Fußsohle, sorgfältig reinigt, einen Theil ihrer äußeren und inneren Fläche gänzlich abträgt und sie alsdann zerschnitten mit warmem Aether behandelt; indessen gelang es mir nicht, die auf diese Weise erhaltene, sehr geringe Fettmenge zu einer charakteristischen Krystallisation zu bringen. Indessen ist die schützende Wirkung dieses Fettgehalts kaum in Anschlag zu bringen, im Vergleich zu dem fettigen Ueberzuge, welchen in den meisten Gegenden des Körpers die Talgdrüsen liefern, daher diese an vielen Körperstellen, welche der Benetzung durch Ingesta und Excreta vorzüglich ausgesetzt sind, ganz besonders und zwar in einem, der Anzahl und Stärke der Haare dieser Stellen nicht entsprechenden Verhältnisse entwickelt sind. Die Lederhaut widersteht den chemischen Einflüssen nicht, indessen wird die von ihr aus fortschreitende Einwirkung der ätzenden Alkalien, concentrirten Schwefelsäure und anderer Aetzmittel auf die tieferen Theile dadurch beschränkt, daß der dichte Filz ihrer Fasern die Bildung einer sehr festen, fast undurchdringlichen Eschara begünstigt, in deren Umfange nur die Wirkung des Aetzmittels weiter greifen kann. — Imponderable Materien werden vorzüglich durch die Hornschicht der Epidermis abgehalten; dem Eindringen electrischer Strömungen widersteht sie vorzüglich wegen ihrer Trockenheit, daher dieses durch Benetzung und noch mehr durch Ablösung derselben erleichtert wird: den Einflüssen der Temperatur setzt sie wegen ihrer Dünnheit einen nur sehr geringen Widerstand entgegen, obgleich sie an sich ein schlechter Wärmeleiter ist. Dagegen verhindert das Fettpolster unter der Lederhaut, als schlechter Wärmeleiter, bei starker Abkühlung der Haut die Ausstrahlung der Wärme aus den tieferen Körpertheilen auf unverkennbare Weise, so daß nach allgemeiner Erfahrung magere Menschen bei übrigens gleichen Verhältnissen mehr von äußerer Kälte leiden als fette.

Die Haut als Organ der Ausscheidung.

Zwei Arten von Ausscheidung finden in der Haut Statt, eine fettige und eine vorzugsweise wässerige.

Die fettige Ausscheidung ist eine von den Talgdrüsen verrichtete wahre Secretion und ihr Product die sogenannte Hautschmiere oder Hauttalg, Sebum cutaneum. Die frisch abgesonderte Hautschmiere ist, wie man beim

Ausdrücken der Talgdrüsen sehen kann, von ölartiger Consistenz und ziemlich klar, erhärtet aber sehr bald und zwar noch innerhalb der Drüse und des Halses des Haarbalges zur Consistenz des Schmalzes; im erkalteten Leichnam hat sie die Festigkeit der Butter oder selbst des weichen Käse. Im erhärteten Zustande, in welchem sie körnige Massen bildet und immer mit vielen Epitheliumzellen gemengt ist, bietet sie eine weiße Farbe dar, welche bald in's Gelbliche übergeht; bei längerem Verweilen in dem Haarbalge wird sie härter, trockner, gelbbräunlich und an der Mündung der Haarbälge sogar schwarzbraun: eine Färbung, welche nicht allein von anhangendem Schmutz herrühren kann, da sie sich bis zu einer gewissen Tiefe, allmälig in eine hellere Farbennuance übergehend, in den Haarbalghals erstreckt. Ihre Zusammensetzung ist ziemlich unbekannt; wir besitzen nur eine Analyse einer größeren, in einer ausgedehnten Talgdrüse oder Haarbalge angehäuften Masse, von Esenbeck [1]; sie bestand vorzüglich aus Talg (?), Oel, Eiweiß und Käsestoff, Extracten und Kalksalzen in folgenden procentischen Verhältnissen (wahrscheinlich ohne Berücksichtigung eines geringen Wassergehalts): Talg 24,2, Osmazom mit Spuren von Oel 12,6, Wasserextracte 11,6, Eiweiß und Käsestoff 24,2, kohlensaurer Kalk und Talk 3,7, phosphorsaurer Kalk 20,0 Proc.; außerdem Spuren von essigsaurem Natron und Chlornatrium. Ob das Sebum Buttersäure enthält, wie häufig angegeben wird, ist zwar an sich nicht unwahrscheinlich, besonders im Betreff der an den Genitalien und in den Achselhöhlen abgesonderten Hautschmiere; dagegen die in dem Secrete der Haut der Füße durch den Geruch erkennbare Buttersäure vielmehr als ein Erzeugniß der Schweißdrüsen betrachtet werden muß, da die Haut dieser Stellen verhältnißmäßig nur wenige Talgdrüsen und zwar nur auf dem Fußrücken enthält. Smegma praeputii ist dem Sebum cutaneum zwar ähnlich, scheint aber doch demselben nicht völlig gleich, namentlich ärmer an Fett zu sein, wird auch von Drüsen anderer Art abgesondert (S. 127); dasselbe gilt von der Augenbutter, Smegma palpebrale. Eine Analyse des Smegma praeputii von Stickel [2]) unterliegt im Betreff ihrer Resultate sehr großen Bedenken. Der käsige Ueberzug des Fötus, bei welchem offenbar die Talgdrüsen schon in lebhafter Thätigkeit begriffen sind, ist wahrscheinlich eine Anhäufung der Hautschmiere; ob er von der des Erwachsenen sich unterscheidet oder Beimengungen aus der Amniosflüssigkeit enthält, worauf seine größere Klebrigkeit hindeutet, kann nur durch vergleichende Analysen entschieden werden: nach Fromherz und Gugert soll er Albumin und Cholesterin enthalten.

Nach G. Simon [3]) soll die Hautschmiere krankhaft veränderte Haarbälge anfüllen und ausdehnen, und auf diese Weise die sogenannten Mitesser Acne punctata, gebildet werden. Es ist an sich wenig wahrscheinlich, daß dieser Vorgang an den von ihm untersuchten Stellen, Nase und Nachbarschaft derselben, stattfinde, da hieselbst schon im normalen Zustande die Talgdrüsen und ihre Ausführungsgänge geräumiger und ausdehnbarer, als die neben und zwischen ihnen gänzlich versteckten Haarbälge und deren Hälse sind, und vielmehr ein oder mehrere Haare durch das Ende des Ausführungsganges einer Drüse hervortreten, als daß, wie es bei größeren Haaren der Fall ist, mehrere Drüsen in einen Haarbalghals sich öffnen. Die Ausführungsgänge der kleineren, nur aus wenigen Acini zusammengesetzten Talg-

[1]) Gmelin's Handb. d. Chemie. Bd. II.
[2]) Archiv d. Pharmacie v. Brandes u. Wackenroder. 1840. [3]) Müller's Archiv. 1842.

drüsen sind $1/_{13}'''$, die der größeren $1/_{7}'''$ weit; die von dem Haar und den Wurzelscheiden genau ausgefüllten Haarbälge haben am Halse selten einen Durchmesser von mehr als $1/_{16}'''$. In dem Balge des Mitessers vermißte er die Wurzelscheide, ohne Zweifel weil er kein Haarbalg war. Ich erkenne die Comedonen als erweiterte und auch der Länge nach etwas ausgedehnte Ausführungsgänge von Talgdrüsen, deren flaschenförmige Acini nebst den engeren Hälsen derselben häufig nicht dilatirt sind: in dem Inhalte des Ausführungsganges, welcher über die Hautfläche hervorragt und nichts Anderes als Hautschmiere von etwas dickerer Consistenz ist, scheint eine Strecke des Haars eingebettet zu sein; drückt man ihn aber aus, so sieht man den völlig normalen Haarbalg mit der Haarwurzel neben dem Ausführungsgange der Drüse, beide nahe an ihren Mündungen zusammenfließend und den Grund des Haarbalges öfters nicht ganz bis zwischen die Acini in die Tiefe sich erstreckend. Vermuthlich hat Simon jeden Acinus als eine ganze Drüse und den mehreren Acini gemeinschaftlichen Ausführungsgang als den Haarbalg angesehen. Bei Comedonen, aus welchen ein Barthaar hervorragt, dessen längerer Balg sich über die Drüsen hinaus in die Tiefe erstreckt, sieht man noch deutlicher, daß der Haarbalg keinen Antheil an der Ausdehnung durch Hautschmiere nimmt; indessen mag dieses bei Entzündung und Vereiterung der Comedonen zuweilen vorkommen. — In dem Inhalte der Comedonen, auch im Secret normaler Talgdrüsen, fand Simon öfters lebende parasitische Thiere aus der Zunft der Acarina, welche sich vor anderen Milben, wenigstens im vermuthlichen Jugendzustande, durch einen sehr langen Hinterleib auszeichnen. Dieses von ihm entdeckte Thier, welches er Acarus folliculorum nennt, fand er in allen von ihm untersuchten Leichnamen, mit Ausschluß derer neugeborner Kinder. Auch Erdl, Henle und Miescher fanden Parasiten in Mitessern, Ersterer eine von der von Simon beschriebenen verschiedene Milbe [1]).

Die Hautschmiere verleihet zunächst den Haaren einen fettigen Ueberzug, indem diese in der Mündung des Haarbalges an allen Seiten von derselben umgeben werden und schon beim Hervorwachsen aus jener Mündung einen Theil des Sebums mitnehmen, welcher wegen der unebenen Oberfläche des Haars nicht durch Reiben von demselben gänzlich entfernt werden kann. Außerdem verbreitet es sich, bei seiner in der Körperwärme sehr weichen, wenigstens halbflüssigen Beschaffenheit, nicht allein in dem Umfange der Mündungen der Drüsen und Haarbälge, sondern über die ganze Oberfläche der Epidermis vermittelst ihrer Berührung mit den Haaren, den Kleidungsstücken u. s. w.; an dieser Art der Verbreitung erkennt man sehr augenfällig, wie die Quantität der Absonderung desselben individuell verschieden und zuweilen so stark ist, daß die Hautoberfläche von Fett glänzt und die Leibwäsche schnell von demselben durchdrungen wird. An die Volarflächen der Hände und Sohlenflächen der Füße kann es freilich nur durch Betasten und Berührung derselben mit anderen Körpertheilen gelangen, daher der fettige Ueberzug dieser Stellen noch eine andere Entstehung haben muß. Das Sebum scheint keine andere Bestimmung zu haben, als der Hornschicht der Epidermis und den Haaren ihre hygroskopische Beschaffenheit, die sie nach Befreiung von dem fettigen Ueberzuge in ziemlich hohem Grade besitzen, zwar nicht gänzlich zu benehmen, aber doch sehr zu verringern und dadurch sowohl der Durchfeuchtung dieser Organe, als einer stär-

---

[1]) Vogel's Erläuterungstafeln zur pathol. Histologie. XII.

keren Verdunstung durch die Hornschicht und Austrocknung der tiefen Epidermisschicht und der Lederhaut zu widerstehen. —

Hautausdünstung.

Von bei weitem größerer Wichtigkeit als die Absonderung der Hautschmiere ist die wässrige Ausscheidung der Haut, sowohl hinsichtlich ihrer Quantität als ihrer Bedeutsamkeit für die Metamorphose des Blutes. Diese Ausscheidung, welche man mit einem generellen Namen als Hautausdünstung, Perspiratio cutanea, bezeichnet, erscheint in zwei Formen: als dunstförmige unsichtbare Ausdünstung, Perspiratio insensibilis, deren Product, Perspirabile cutaneum, ich der Kürze wegen Hautdunst nennen werde; und als tropfbar flüssige, Schweiß, Sudor. (Der Ausdruck Transspiration wird von Einigen auf die Hautausdünstung überhaupt und die beiden Formen ihres Products angewandt, von Anderen nur für die Erzeugung des Hautdunstes und im Gegensatz zur Transsudation, der Erzeugung des Schweißes, gebraucht.) Der Hautdunst steigt ununterbrochen zu jeder Zeit von der Oberfläche der Haut auf und wird mehr oder weniger vollständig von der Atmosphäre aufgenommen; der Schweiß erscheint nur zu einzelnen Zeiten in kleineren oder größeren, durch Zusammenfließen der ersteren gebildeten Tropfen, über die ganze Oberfläche der Epidermis ausgebreitet oder nur partiell an einzelnen Körperstellen. Durch das Erscheinen des Schweißes wird im Allgemeinen eine stärkere Hautausdünstung angezeigt und von dem Zeitpunkte seiner Sichtbarkeit auf der Haut an gestattet die Menge und Andauer desselben eine Bemessung der höheren Grade der Perspiration; hinsichtlich ihrer geringeren Grade, welche nur den für Gesicht und Gefühl nicht wahrnehmbaren Hautdunst produciren, fehlt ein unmittelbar anzulegender Maaßstab, welcher manche Dunkelheit in der Physiologie und Pathologie aufhellen könnte, selbst wenn er auch nicht das absolute Maaß der Ausdünstung des ganzen Körpers oder einer einzelnen Körperstelle, sondern nur unter einander vergleichbare Anhaltspunkte liefern würde.

Die Hautausdünstung folgt theils den allgemeinen physikalischen Gesetzen der Verdunstung, theils ist sie von lebendigen Thätigkeiten im Innern des Körpers abhängig. Sie erfolgt reichlicher bei warmer, etwas ausgedehnter und gespannter, reichlicher vom Blute durchströmter, daher in ihrem Gewebe und besonders in ihrer Oberfläche ein größeres Maaß von Feuchtigkeit enthaltender Haut, also im Zustande des Turgor derselben: sparsamer bei kalter, zusammengeschrumpfter, blutarmer Haut, theils wegen der kleineren Fläche, welche sie der Verdunstung darbietet, theils wegen der Verringerung der eigenen Feuchtigkeit der Lederhaut und Epidermis. Ein Ueberzug der Epidermis von Fett oder einem wasserdichten Firniß verringert die Ausdünstung. — Eine trockne Beschaffenheit der Atmosphäre begünstigt sie, Feuchtigkeit derselben ist ihr hinderlich: dieses Verhältniß erscheint nach W. F. Edward's [1]) Versuchen sehr einflußreich, indem bei Vögeln, von welchen einige in durch Aetzkali trocken erhaltener, andere in sehr feuchter, bei 15° C. mit Wasserdunst gesättigter Luft eingesperrt wurden, die Differenz des Gewichtsverlustes durch Haut- und Lungenausdünstung zusammen wie 6:1 sich verhielt. Aus diesem Grunde wird auch die Ausdünstung vermehrt durch Bewegung, vermindert durch Ruhe der Atmosphäre; denn da die Oberfläche des Körpers von einer durch die Ausdünstung stets feucht erhal-

[1]) De l'influence des agens physiques sur la vie. Par. 1824.

tenen Luftschicht umgeben ist, welche bei vollkommener Ruhe des Körpers und der Luft sehr bald den Sättigungsgrad erreicht, so verhindert diese eine weitere Verdunstung, wenn sie nicht bei bewegter Luft durch zuströmende trocknere Luftschichten, die von Neuem Wasserdunst aufnehmen können, verdrängt wird. Nach Edward's Experimenten würde der Effect der Bewegung der Atmosphäre dem der künstlichen Trocknung der Luft nicht allein gleich sein, sondern ihn noch übertreffen, da frei flatternde Hänflinge mehr an Gewicht verloren, als die in trockner Luft eingesperrten; indessen sind diese Resultate nicht streng beweisend, da bei den flatternden Vögeln eine freiere Respiration und größerer Verlust durch Lungenausdünstung stattgefunden haben wird. Eine höhere Temperatur der äußeren Luft befördert die Hautausdünstung theils durch Erwärmung der Haut selbst, theils weil die wärmere Atmosphäre ein größeres Maaß des von der Haut aufsteigenden Hautdunstes aufnehmen kann. In letzterer Beziehung würde zwar eine feuchte warme Luft weniger diesen Effect haben, als eine trockne von demselben Temperaturgrade; dagegen theilt erstere ihre Wärme leichter der Haut mit und übertrifft durch Erwärmung derselben, in ihrer Wirkung zur Verstärkung der Ausdünstung, die trockne warme Luft sehr bedeutend, besonders wenn sie, anstatt nur mit Wassergas, mit Wasserdampf gesättigt ist, und wird in dieser Wirkung nur vom Wasser desselben Temperaturgrades übertroffen. (Welchen besondern Einfluß übrigens diese Medien auf die dunstförmige oder tropfbare Beschaffenheit der Hautausdünstung äußern, wird weiter unten erörtert.) Aus demselben Grunde verringert eine feuchte kalte Luft oder kaltes Wasser, indem sie die Haut stärker abkühlen, die Ausdünstung wirksamer, als trockne kalte Luft. Ein hoher Stand des Barometers erschwert, ein geringerer Luftdruck befördert die Hautausdünstung.

Ein jedes dieser verschiedenen Verhältnisse könnte indessen seinen Einfluß nur dann in voller Macht und Reinheit ausüben, wenn es für sich allein bestände; dagegen die einzelnen derselben bei gleichzeitiger Einwirkung einander gegenseitig unterstützen oder aufheben, jedenfalls modificiren müssen. Daher erregt bekanntlich ein sehr warmes Dampfbad eine beträchtliche Hautausdünstung in der Form eines reichlichen Schweißes, ungeachtet die den Körper umgebende Luft mit Wasserdunst übersättigt ist und eine Verdunstung von der Oberfläche des Körpers aufhören muß, wegen des hohen Wärmegrades, den es der Haut mittheilt; dieselbe Wirkung äußert aus demselben Grunde ein sehr warmes Wasserbad, und in freilich geringerem Grade eine warme ruhige feuchte Luft von verringertem Drucke bei niedrigem Barometerstande, wie oft vor dem Ausbruche eines Gewitters beobachtet wird. Die Luft auf hohen Bergen ist wegen ihrer Trockenheit, geringen Druckes und Beweglichkeit ihrer Schichten sehr geeignet, die Hautausdünstung zu vermehren, welcher Effect nur durch die ihr zugleich eigene Kälte beeinträchtigt wird; dagegen die Luft niedriger sumpfiger Gegenden wegen ihrer Kälte, Feuchtigkeit und Ruhe so mächtig eine Verringerung der Hautausdünstung bewirkt. Die Temperaturverschiedenheit der Atmosphäre äußert einen stärkeren Einfluß auf die Hautausdünstung als auf die Lungenausdünstung, da die kalt eingeathmete Luft, bevor und während sie mit Wasserdunst sich sättigt, jedesmal eine und dieselbe Temperatur, nämlich die der Lungen annimmt und die Dichtigkeit des Lungendunstes nicht wie die des Hautdunstes variirt, so daß die Quantität der Lungenausdünstung nur von der Zahl und den Volumen der Exspirationen abhängig ist. Gelindes Reiben und Bewegung des Körpers ist wegen des Wechsels der Luftschichten, welchen sie erre-

gen, der Ausdünstung förderlich: eine ähnliche Wirkung durch Bedeckung mit Betten und anderen schlechten Wärmeleitern kann, so weit sie von physikalischen Gesetzen abhängig ist, nur durch Erhaltung einer ruhigen feuchtwarmen Luftschicht um den Körper erfolgen, welche zwar nicht selbst Wärme an die Haut abgeben kann, aber die durch Mittheilung ihrer Wärme an eine umgebende kältere Luft erfolgende Abkühlung verhindert.

Die lebendigen Thätigkeiten, welche auf die Hautausdünstung ihren Einfluß ausüben, sind überhaupt solche, welche eine Veränderung der Circulation und Nerventhätigkeit sowohl in der Haut selbst als im ganzen Organismus einschließlich der Haut, oder eine Veränderung der Mischung der Blutmasse, geradezu bewirken oder im Gefolge haben. In dieser Beziehung wirken alle erregende Potenzen, so lange sie das Maaß der nothwendigen und gewohnten Lebensreize nicht bedeutend übersteigen und krankhafte Zustände herbeiführen, befördernd auf die Ausdünstung. Dahin sind, als unmittelbar die Haut treffend, zu zählen: Reiben, Streichen, Kitzeln, Kneten der Haut; Wärme von außen mitgetheilt oder durch schlechte Wärmeleiter in der Haut zurückgehalten, und zwar abgesehen von ihrem oben erwähnten physikalischen Einfluß auf die Verdunstung, daher wegen der leichteren Mittheilung vorzüglich wirksam im Wasserdampf und warmen Bade; die Electricität: — indem alle diese Einflüsse eine erhöhete Stimmung der Hautnerven und eine Beschleunigung der Circulation in dem oberflächlichen Capillargefäßnetz der Haut zuwege bringen. Aehnliche Erregungen der Haut von den Centralorganen aus mit derselben Einwirkung auf die Ausdünstung erfolgen durch alle Momente, welche die Herzthätigkeit und den Kreislauf verstärken, namentlich heftige Körperbewegung und andere Muskelanstrengungen: der Reiz des in die Blutmasse übergegangenen Chylus, indem während der Verdauung sehr stark (wenngleich unmittelbar nach dem Essen am wenigsten) ausgedunstet wird; der Genuß von Fleischspeisen, namentlich der Bouillon, von spirituösen, besonders warmen Getränken, Gewürzen; geistige Anstrengung, aufregende Gemüthsbewegungen und Leidenschaften, vorzüglich Freude, Zorn, Wollust. Die entgegengesetzten Einflüsse vermindern die Ausdünstung: Abkühlung von außen und von innen, Ruhe, Nüchternheit, reizlose vegetabilische Nahrung, wenn sie nicht etwa großen Wassergehalt hat, schlechte Verdauung: deprimirende Affecte und Leidenschaften, besonders Gram, Heimweh: indessen führen Angst und Schrecken öfters einen plötzlichen und reichlichen Ausbruch von Schweiß herbei. — Unter den Mischungsabweichungen der Blutmasse, welche die Hautausdünstung verändern, kommt im gesunden Zustande am häufigsten eine Ueberladung der Blutmasse mit Wasser vor. Ein reichlicher Genuß wässeriger Getränke hat eine reichlichere, der von sehr wasserarmer Nahrung eine sparsamere Ausdünstung zur Folge. Bei einem Pferde, dem eine große Menge von lauwarmem Wasser in das Venensystem eingefüllt wurde, sah ich sehr bald einen reichlichen Schweiß hervorbrechen. Von großem Einflusse zeigt sich aber in dieser Hinsicht auch der Antagonismus der Secretionen, indem die geringere oder größere Lebhaftigkeit, mit welcher andere wässerige Ausscheidungen, vorzüglich die Lungenausdünstung und die Secretion der Nieren und der Darmschleimhaut von Statten gehen — sei sie individuell und constant, oder zufällig, jedoch ohne krankhafte Störung vorübergehend — die Hautausdünstung vermehrt oder vermindert. Es wird mehr durch die Haut perspirirt von Menschen mit kleinen Lungen und schwacher Respiration, bei großer Muskelanstrengung und anderen die Respiration genirenden Verhältnissen und nach dem Einathmen

von kalter sehr feuchter Luft, wenn zugleich die Einwirkung derselben auf die Haut durch Bedeckung zurückgehalten wird; ferner von Menschen, welche das ganze Leben hindurch verhältnißmäßig wenig harnen und sparsame trokkene Stuhlausleerungen haben — weniger durch die Haut ausgedunstet unter den entgegengesetzten Verhältnissen. Daß auch die Hemmung der Ausleerung der Secrete eine Vermehrung der Hautausdünstung bewirkt, daß bei längerem Anhalten des Harns leicht Schweiß ausbricht, daß manche Menschen regelmäßig Nachts schwitzen, wenn am Tage keine Stuhlausleerung erfolgt war, muß freilich nur der durch diese Zustände herbeigeführten Erregung des Nervensystems zugeschrieben werden, so lange nicht eine längere Andauer der Verhaltungen die Absonderungen selbst beschränkte und secundär auch hier das Verhältniß des Antagonismus der Secretionen eintrat. Andere Varietäten in der normalen Zusammensetzung der Blutmasse, welche von Verschiedenheiten der Nahrung und Lebensweise abhangen, vermögen die Energie der Hautthätigkeit und das Maaß der Absonderung nicht anders, als mittelbar durch Einwirkung auf das Nervensystem zu verändern, dagegen bringen sie Abweichungen der Qualität des Hautdunstes und Schweißes zuwege: ein Einfluß, welchen eine wirklich krankhafte Blutmischung in noch viel höherem Grade ausübt (s. unten).

Bei der Mannichfaltigkeit der auf die Vermehrung oder Verminderung der Hautausdünstung einwirkenden Verhältnisse darf man voraussetzen, daß die absolute Quantität dieser Ausscheidung häufigen und ansehnlichen Schwankungen unterworfen sein müsse, und in der That lehren die Beobachtungen, daß sie fast in jeder Stunde und in noch kürzeren Zwischenräumen variirt; wenngleich die verschiedenen, durch Haut, Lungen, Darmkanal und Nieren erfolgenden Ausscheidungen dergestalt einander gegenseitig ergänzen und vertreten, daß bei guter Gesundheit und in der Blüthe des Lebens die Masse und das Gewicht des Körpers in dem Zeitraume von einem Tage zum andern im Allgemeinen weder Abgang noch Zunahme erfahren. Dieses ist durch die von Sanctorius zuerst angestellten und später sehr oft wiederholten Gewichtsbeobachtungen hinlänglich festgestellt, indessen nicht zugleich die Quantität der Hautausdünstung allein, binnen einer gegebenen Zeit und im Verhältniß zu den anderen Ursachen der Gewichtsveränderungen des menschlichen Körpers, mit wünschenswerther Sicherheit ermittelt. Die älteren Wägungsexperimente von Sanctorius, Dodart, Keill, Rye, F. Home, Robinson, Lining, W. Stark u. A. sind der Mehrzahl nach unbrauchbar, theils wegen Mangels an Ausdehnung und Genauigkeit der Untersuchungen überhaupt, theils weil auch die besseren derselben nur den Verlust durch Respiration und Hautausdünstung zusammen ergeben: die Resultate der neueren Versuche, letztere allein zu bestimmen, von Cruikshank, Abernethy, Dalton und Anselmino sind theils an unrichtige Voraussetzungen geknüpft und die Berechnung auf höchst unsichere Data basirt, theils gestatten sie, da die Beobachtungen nur von einzelnen Gliedmaßen, deren Oberfläche nicht genau genug bekannt war, und unter sehr gezwungenen Verhältnissen angestellt wurden, keine Anwendung auf die Oberfläche des ganzen Körpers. Den einzigen einigermaßen sichern Anhaltspunkt gewähren nur die Experimente von A. Seguin, welche an ihm selbst und anderen männlichen Individuen mit großer Sorgfalt und vielen Abänderungen eilf Monate lang fortgesetzt wurden, obgleich auch bei diesen eine völlig gleichzeitige Beobachtung der Verluste durch die Respiration und durch die Hautausdünstung, jeder derselben abgesondert, nicht erreicht, sondern

nur auf indirecte Weise bestimmt werden konnte. Nachdem er nämlich drei bis vier Stunden lang in einer Hülle zugebracht hatte, welche nur die Ausscheidung durch die Exspiration entweichen ließ und durch Wägung seines Körpers zu Anfang und Ende des Experiments die Quantität dieser Ausscheidung kennen gelernt hatte, ließ er sich nach einiger Zeit, die er außerhalb der Hülle unter gewöhnlichen, oder durch starke Körperbewegung, Essen u. a. m. abgeänderten Verhältnissen verlebt hatte, von Neuem wägen: der Ueberschuß des Gewichtsverlustes bei der letzten Wägung über den bei der zweiten Wägung ermittelten, auf gleiche Zeiträume reducirt, gab das Maaß der Hautausdünstung an. So wurde zwar nicht der Verlust durch die Lungen und die Haut, jeder für sich und für einen und denselben Zeitraum, ermittelt, aber doch der Verlust durch die Lungen allein für die, dem zweiten Theile des Experiments zunächst vorhergehenden Stunden desselben Tages gefunden. In zwei verschiedenen Abhandlungen [1]) bestimmte er die mittlere Quantität (so weit überhaupt bei den sehr ungleichen, oft im Verhältniß von 1:3 variirenden Ergebnissen der einzelnen Beobachtungen die Ziehung einer Mittelzahl für den Zeitraum von 24 Stunden zulässig ist) zu 30 Unzen Poids de Marc Verlust durch die Hautausdünstung, zu 15 Unzen Verlust durch die Respiration: d. i. binnen einer Minute 12 Gran P. d. M. durch die Haut, 6 Gran durch die Lungen. In der zweiten Abhandlung fügt er jener Bestimmung noch die von ihr etwas abweichende Angabe hinzu: 7 Gran durch die Lungen, 11 Gran P. d. M. durch die Haut. Obgleich die letztere, vielleicht nur auf einem Redactionsfehler beruhende Angabe in die meisten physiologischen Schriften aufgenommen ist, scheint ihr doch die erstere Bestimmung vorgezogen werden zu müssen, weil er sie in beiden Abhandlungen wiederholt, weil er auf sie seine Berechnung des verbrauchten Sauerstoffs u. s. w. gründet, deren Werth nicht hier zu erörtern ist, und weil er ausdrücklich angiebt, daß innerhalb des Apparates, vermittelst dessen er den Verlust durch die Lungen von dem durch die Haut absonderte, seine Hautausdünstung gering war; daher angenommen werden muß, daß jener Verlust durch die Lungen während der in dem Apparat verlebten Zeit etwas größer im Verhältniß zu dem durch die Haut war, als während der folgenden außerhalb des Apparates zugebrachten Stunden. Hiernach ergiebt sich die mittlere Quantität der Hautausdünstung binnen 24 Stunden zu 15071 Gran Preuß., beinahe 31½ Unze, oder 10,465 Gran in der Minute; und der Verlust des Körpergewichts durch die Lungen, an Wasser und dem Gewichtsüberschusse des exspirirten Gasgemenges über das inspirirte, zu 5,232 Gran in der Minute, welches mit den neuesten Untersuchungen über die Respiration von Valentin und Brunner ganz nahe übereinstimmt. Wenden wir die von Seguin gefundene Verhältnißzahl von 2:1 zwischen der Hautausdünstung und dem Respirationsverlust auch auf seine übrigen Angaben und die einiger anderer Beobachter an [2]), so gewinnen wir aus seiner

---

[1]) Mém. de l'Académ. de Paris. 1790 u. Annales de chimie. Tom. XC.

[2]) In der so eben erschienenen dritten Lieferung der Physiologie von Valentin äußert derselbe S. 582: »offenbar ist dieses Verhältniß nicht richtig, denn unmöglich kann durch die Hauttransspiration mehr als durch die Thätigkeit der Lungen austreten. Jene muß vielmehr nur einen aliquoten relativ geringen Theil der Producte des Athmungsprocesses darstellen.« Dieses Urtheil eines Forschers, der in so ausgezeichneter und erfolgreicher Weise seine Untersuchungen auf die hier zur Frage kommenden Verhältnisse gerichtet hat, wird durch die Beobachtungen, die er an sich selbst angestellt hat und ihm zur Basis wichtiger Schlußfolgerungen dienen, keineswegs bestätigt.

trefflichen Arbeit noch folgende Daten. Die geringste Quantität der Hautausdünstung in einer Minute betrug 6,4 Gran Pr., ja sogar unmittelbar

---

Nach S. 569 u. 570 exspirirte er in einer Minute im Mittel 7772,525 Cub. Centimeter bei t = 17°,03 C. B = 714,14^{mm}, diese enthalten

N	79,597 %	= 6186,7 C. C. M.	= 6,90857	Grammen.	
O	15,947 »	= 1239,5 » »	= 1,56855	»	
C̈	3,456 »	= 346,3 » »	= 0,60391	»	
			9,08103	»	
Dieses Quantum der Exspiration erfordert aber an eingeathmeter atmosphärischer Luft 7832,925 C. C. M. welche wiegen, t und B wie oben			= 8,96480	»	
Uebergewicht der exspirirt. Luft			= 0,11623	»	= 1,9085 Gran
Dazu kommt an ausgeathmeten Wasser nach S. 535 und 544 im Mittel 0,79 × 0,253 Grm.			= 0,19978	»	= 3,2819 »
Totalverlust des Körpergewichtes durch die Lungen binnen einer Minute			= 0,31610	»	= 5,1904 »
Nach S. 714 betrug Valentin's Gewichtsverlust des ganzen Körpers durch Lungen- und Hautperspiration zusammen, als Resultat dreitägiger Wägungen, im Mittel 1246,93 Grm. in 24 Stunden, mithin für eine Minute			= 0,8659	»	= 14,2187 »
Abzug für den Verlust durch die Lungen			= —		5,1904 »
Betrag der Hautausdünstung			=		9,0283 »

Diese Zahlen kommen an sich dem von Seguin für den mittleren Stand der Haut- und Lungenausdünstung so nahe, als man es bei an verschiedenen Individuen und unter nicht völlig gleichen Umständen angestellten Beobachtungen dieser Art nur erwarten kann. Die Differenz, welche vorzüglich in den Verhältnißwerthen — 2 : 1 bei Seguin, 9 : 5 bei Valentin — sich herausstellt, kann schon aus der verschiedenen körperlichen Individualität erklärt werden, da kleine magere Menschen verhältnißmäßig mehr durch die Lungen ausscheiden. Es gestatten aber die Resultate Valentin's und Seguin's überall keine directe Vergleichung, da der Letztere bei seinem Verfahren an vielen Tagen Stundenlang auf eine bei weitem natürlichere, fast ungezwungene Weise athmete, als der Erstere, welcher Minutenlang in das Mundstück eines Apparates exspirirte. In wie hohem Grade diese Methode trotz der Uebung und Aufmerksamkeit von Seiten der Beobachter, das Maaß des Exspirats vergrößern muß, läßt sich aus einer Vergleichung der Resultate der Untersuchungen von Valentin und Brunner, Andral und Gavarret, mit denen von Scharling ungefähr ermessen. In den Versuchen des Letztern wurden nicht allein die Producte der Exspiration aus längeren Zeiträumen, wenigstens einer Stunde, gesammelt, sondern die zu den Experimenten dienenden Individuen athmeten auf eine viel natürlichere Weise, während des Lesens, Essens, Schlafens u. s. w., als in den Versuchen der erstgenannten Beobachter. Eine solche Vergleichung ist freilich nicht anders anzustellen, als nach einem höchst unsichern, jedoch von Valentin selbst geübten Verfahren, nämlich vermittelst einer Reduction auf gleiches Körpergewicht und gleiche Zeit, und das Maaß der respiratorischen Thätigkeit nach der ausgeschiedenen Menge des Kohlenstoffs zu beurtheilen, da Scharling nur diese bestimmt hat. Es verhält sich die von den Ersteren durch einen Apparat mit Mundstück oder Maske und Ventilen erhaltene Menge des ausgeathmeten Kohlenstoffs zu der, durch Scharling von den vier Individuen zwischen 16 und 35 Jahren aus der Exspiration und Hautausdünstung zugleich gesammelten Quantität von Carbon, sehr nahe wie 18:13; wollte man das oben berechnete Exspirationsproduct Valentin's nach diesem Verhältniß reduciren, so würde man als Verlust durch die Lungen 3,75 Gran, als Verlust durch die Haut 10,47 Gran erhalten und die Proportion zwischen beiden noch viel günstiger für die Hautausdünstung sich stellen, als bei Seguin.

nach dem Essen unter den ungünstigsten äußeren Verhältnissen nur 5,93 Gran, übrigens zu derselben Zeit unter den günstigsten äußeren Verhältnissen (worunter ohne Zweifel Wärme, Körperbewegung u. a. zu verstehen sind) 11,18 Gran: die stärkste Hautausdünstung lieferte 18,6 Gran. Zur Anwendung der Verhältnißzahl 2:1 auch auf die Minima und Maxima der Haut- und Lungenausdünstung ist man im Allgemeinen wohl berechtigt, da mehrere der physikalischen Verhältnisse, namentlich eine größere Trockenheit oder Feuchtigkeit der Atmosphäre, den Verlust an Wasser sowohl durch die Lungen als durch die Haut modificiren, und wenigstens in sehr vielen Fällen die Veränderungen der Hautausdünstung von einer Retardation oder Beschleunigung der Circulation und Respiration begleitet sind, die Ausscheidung durch die Lungen also mit der durch die Haut ungefähr nach gleichen Maaßstabe vor sich geht, etwa die Zeiten eines starken Ergusses von Schweiß ausgenommen. Will man keine verhältnißmäßige Ab- und Zunahme der ersteren gleichzeitig mit den Variationen der Hautausdünstung statuiren, so erhält man aus Seguin's Versuchen als Maximum und Minimum der Hautausdünstung 22,68 und 4,37 Gran in der Minute; letztere Zahl als Maaß einer Hautausdünstung im gesunden Zustande anzuerkennen, ist nicht wohl statthaft, da selbst von einer todten Haut eine größere Quantität durch die Epidermis verdunsten kann (s. unten); dagegen eine Lungenausscheidung von nur 3,2 Gran in einer Minute, d. i., die Hälfte einer Hautausdünstung von 6,4 Gran, gar nicht selten im gesunden Zustande vorkommt — Valentin erhielt bei schon etwas beschleunigter Respiration ein Minimum an Lungendunst von 3,33 Gran, wovon der Wassergehalt der inspirirten Luft noch abzuziehen ist — und eine Vermehrung der Lungenausscheidung im Verhältniß von 5 : 9, wie dieses dem ruhigen Athmen und dem beschleunigten und verstärkten entsprechen würde, ganz innerhalb der Grenzen der Variationen der Respiration selbst liegt. Unter übrigens gleichen Umständen wurde im nüchternen Zustande 1,34 Gran weniger als während der Verdauung ausgedünstet; die Quantität der festen Nahrungsmittel veränderte das Maaß der Haut- und Lungenperspiration nicht, Indigestion verminderte es aber sehr bedeutend. — Die Beobachtungen von G. Rye [1]) sind, bei richtiger Benutzung der von ihm mitgetheilten Tabellen, sehr lehrreich und würden wegen der verhältnißmäßigen und langen Andauer seiner Beobachtungen und Mittheilung der Details einen entschiedenen Vorzug selbst vor den Angaben von Seguin haben, wenn er auch dabei das Maaß der respiratorischen Ausscheidung hätte bestimmen können. Bei Anwendung des Seguin'schen Verhältnisses ergiebt sich Folgendes: die Hautausdünstung eines Tages, als Mittel von 283 Beobachtungstagen während aller Monate des Jahres, beträgt 17376 Gran oder 36 Unzen 96 Gran = 12,06 Gran in einer Minute; ein einzelnes Minimum 9310 Gran oder 19 Unzen 90 Gran = 6,46 Gran in der Minute; ein einzelnes Maximum 29172 Gran oder 60 Unzen 372 Gran = 20,26 Gran in einer Minute. Die mittlere Quantität des Harns betrug 17984 Gran.

---

[1]) Rogers essay on epidemic diseases. Dubl. 1734.

Es wurden ausgedünstet:

mehr als	9300 —	12400 —	15500 —	18600 —	21700 —	24800 —	27900	Gr.
an	15	55	110	65	22	13	3	Tagen
im Jan.	1	4	9	1				»
» Febr.		5	10	6				»
» März		3	9	1	1		1	»
» April			7	11	8	2		»
» Mai	2	3	11	6	2	3	2	»
» Juni	1	1	13	10	1	2		»
» Juli	3	2	9	12	4			»
» Aug.		1	6	5	4	4		»
» Sept.	2	3	8	9	2	2		»
» Oct.	2	5	8	1				»
» Nov.	4	14	11	1				»
» Dec.		14	9	2				»

woraus sich ergiebt, daß sehr starke und sehr geringe Hautausdünstung in denselben Monaten vorkommen, obgleich der Einfluß der Jahrszeiten sich merklich herausstellt. Das Mittel für einen Tag der vier Monate Mai bis August betrug 19015 Gran, der Monate November bis Februar 15456 Gran und die Ausdünstung des Winters verhält sich zu der des Sommers wie 1 : 1,23. Die Differenz von den Resultaten Seguin's hängt wahrscheinlich nicht von dem Klima des Beobachtungsortes ab, obgleich die feuchtwarme Atmosphäre von Cork der Ausdünstung (mit Schweiß) förderlicher sein mag, als die von Paris: sondern von der Statur und Corpulenz Rye's; da er das sehr beträchtliche Gewicht von 3077 Unzen hatte, so verhält sich seine Hautausdünstung eines Tages zum Körpergewichte im Mittel, wie 1 : 85, bei Seguin aber, dessen Gewicht zu 2093½ Unzen anzunehmen ist, da er die Empfindlichkeit seiner Wage wahrscheinlich unter Belastung derselben mit seinem Körpergewicht bestimmt hat, wie 1 : 67, so daß er verhältnißmäßig mehr als Rye ausdünstete. Uebrigens sind solche Vergleiche der Quantitäten der Ausscheidungen mit dem Körpergewicht und die beliebte Reduction auf Proportionen zwischen diesen Größen, z. B. auf 100 Gran Körpergewicht, sehr unzuverlässig, da nicht das Körpergewicht allein die Verschiedenheit der Masse und der Thätigkeiten der verglichenen Individuen ausdrückt. — Die Beobachtungen von Lining[1]) stammen aus einem heißen Klima; die verschiedenen von ihm angegebenen Resultate stimmen nicht gut überein; das Mittel aus den Beobachtungen eines ganzen Jahres gab er zuerst zu 18650 Gran, beinahe 39 Unzen, späterhin zu 21350 Gran oder 44½ Unzen in 24 Stunden an, wenn man die Hautausdünstung zu zwei Drittheilen des ganzen Gewichtsverlustes annimmt; das an einem Septembertage beobachtete Maximum betrug 40344 Gran = 84 Unzen, die Differenz zwischen den Mittelzahlen des Februar und Julius verhält sich wie 12 : 25. Das Verhältniß der nächtlichen Ausdünstung zu der am Tage fand Lining ungefähr wie 3 : 2; Rye fand die nächtliche Ausdünstung von 9 im Bette unter warmer Bedeckung zugebrachten Stunden zu der von 15 Tagesstunden ungefähr wie 5 : 3, dagegen W. Stark im gemäßigten Klima und unter anderen diätetischen Verhältnissen wie 5 : 9. Van Marum's Untersuchungen[2]), nach

[1]) Philos. Transact. 1742. 1743.
[2]) Gilbert's Annalen. Bd. I.

welchen Kinder mehr als Erwachsene und Knaben mehr als Mädchen ausdünsten sollen, sind durchaus unzuverlässig, da sie nur einigemal auf halbe Stunden und unter ungewöhnlichen Verhältnissen, bei Experimenten mit der Electrisirmaschine angestellt wurden. Dalton[1]) erhielt nach der Seguin'schen Verhältnißzahl (seine eigne Berechnung ist unrichtig) als Maaß der Hautausdünstung im März 11638 Gran oder 24 Unzen, im Junius 13655 Gran oder 28 Unzen, im September 14120 Gran oder 29 Unzen binnen 24 Stunden; Valentin[2]) als Mittel von drei Beobachtungstagen genau dieselbe Menge als Dalton im Junius, nämlich 13650 Gran oder 28 Unzen. So selten die zuverlässigeren Untersuchungen dieser Art wegen des nothwendigen großen Aufwandes an Zeit und Apparaten sind, um so mehr ist zu beklagen, daß die Details der Seguin'schen Beobachtungen nicht publicirt sind, und daß bei den schönen Versuchen von Scharling[3]) neben der Quantität des ausgeathmeten und ausgedünsteten Kohlenstoffs nicht zugleich die Menge des von der Schwefelsäure aufgenommenen Wassers bestimmt wurde. Wünschenswerth wäre eine größere Reihe von Beobachtungen mit dem Apparat von Scharling unter der Modification, daß die gleichzeitigen Producte des Athmens und die der Hautausdünstung abgesondert in Kali- und Schwefelsäureapparaten aufgenommen würden, welches, wie es scheint, auf zweierlei Weise sich einrichten ließe. — Die vorstehenden, aus den Gewichtsverlusten ganzer Körper berechneten Daten geben die Quantität des Hautdunstes und des verdunsteten Schweißes zusammen an: das Maaß des binnen einer gewissen Zeit excernirten Schweißes allein ist ziemlich unbekannt, da derselbe sogleich nach seinem Erscheinen auf der Haut zu verdunsten beginnt. Bei Schwitzcuren sollen 100 Unzen im Hemde aufgefangen sein[4]). Rye verlor bei starkem Schweiß nach dem Federballspiel mehr als 12 Unzen binnen einer Stunde durch die Haut. Berthold[5]) fand nach einer im Dampfbade zugebrachten halben Stunde einen Gewichtsverlust von anderthalb Pfund; da in der mit Wasserdampf überladenen Atmosphäre eine Verdunstung durch Lungen und Haut nicht stattfinden, die Ausscheidung von Kohlensäure aber, soweit sie bei dem Gewichtsverluste des ganzen Körpers als Gewichtsüberschuß über das inspirirte Luftvolumen zur Berechnung kommt, nicht mehr als ein bis zwei Quentchen betragen konnte, so muß jene Gewichtsabnahme von 1½ Pfund zum allergrößten Theile einem Ergusse von tropfbarem Schweiße zugeschrieben werden, durch welchen binnen einer Minute ungefähr 285 Gran verloren gingen. E. Hallmann[6]) fand bei dem durch Einwickelung und Wassertrinken erregten Schweiße einen Verlust durch Haut und Lungen von 2639 Grammen im Mittel binnen sechs bis sieben Stunden, von denen ungefähr vier im Schweiße zugebracht wurden. Nimmt man für die ersten 2½ Stunden den mittleren Gewichtsverlust durch Haut und Lungen von 15,8 Gran nach Seguin, für die folgenden vier Stunden aber, wegen der bekannten durch jene Procedur bewirkten Veränderung des Allgemeinbefindens, eine verdoppelte Ausscheidung durch die Lungen an: so findet man an vergossenem Schweiße mehr als 80 Unzen in vier Stunden, nämlich 160,86 Gran in einer Minute, oder die ungefähr doppelte Quantität in der Minute, wenn in einzelnen Fällen der

---

1) Müller's Physiologie. 3te Auflage. S. 577. 2) Physiologie. Bd. I. S. 714.
3) Annal. d. Pharmacie. 1843. Febr. 4) Haller Elem. Phys. L. XII.
5) Müller's Archiv. 1838. 6) Medicin. Vereinszeitung. 1843. Nro. 38.

Schweiß früher eintrat und nur zwei Stunden in reichlicherem Ergusse anhielt. Die größte bis jetzt bekannte Quantität des Schweißes ist von Lemmonier[1]) notirt; er verweilte 8 Minuten lang in der heißesten Quelle zu Barèges von 45° C. und verlor an Körpergewicht beinahe 21 Unzen; da bei dem Athmen nahe über dem Spiegel des heißen Wassers und der Kürze des Experiments der Verlust durch die Lungen verhältnißmäßig nur höchst unbedeutend sein konnte, so ist der vergossene Schweiß zu 1250 Gran in einer Minute anzunehmen.

Die chemische Zusammensetzung des Productes der Hautausdünstung ist erst in neuerer Zeit genauer, jedoch noch nicht mit befriedigender Vollständigkeit untersucht, da es nicht leicht ist, es in ganz reinem Zustande zu erhalten, wie denn u. a. auch bei den Versuchen von Thénard ein Gemenge von Epidermiszellen, Smegma und Schweiß analysirt wurde. Die sorgfältigeren Untersuchungen sind von Anselmino, Berzelius und F. Simon. Der Hautdunst besteht zum allergrößten Theile aus Wasser; außerdem erhielt Anselmino aus zu tropfbarem Zustande condensirten Hautdunst Ammoniak, Essigsäure und Kohlensäure. Die Kohlensäure, deren Existenz im Hautdunst von Priestley, Klapp, Woodhouse und Gordon geleugnet worden, ist von Vielen, insbesondere von Milly, Jurine, Cruikshank, Abernethy, Mackenzie und Ellis und Collard de Martigny unmittelbar von der menschlichen Haut aufgefangen. Stickstoffgas im Hautdunste beobachteten Ingenhouß, Spallanzani, Abernethy, Barruel u. Collard de Martigny. Die Menge dieser Gasarten varirt überhaupt und in ihrem Verhältniß zu einander, und erscheint ziemlich unter denselben Umständen vermehrt, wie die Hautausdünstung selbst, vorzüglich während der Verdauung und nach körperlichen Anstrengungen; nach Collard de Martigny[2]) soll nach vegetabilischer Nahrung mehr Kohlensäure, nach Fleischnahrung mehr Stickstoffgas entweichen, letzteres zuweilen in dem Hautdunst gänzlich fehlen. J. Abernethy[3]) fand die perspirirte Luft aus etwas mehr als zwei Drittheilen Kohlensäuregas und etwas weniger als ein Drittheil Stickstoffgas zusammengesetzt. Die Quantität des kohlensauren Gases hat er nicht sehr scharf bestimmen können; in dem genauesten seiner Versuche erhielt er von einer Fläche von 112 engl. Quadratzoll ein Volumen, welches dem von vier Drachmen Troy Wasser gleich kam: dieses würde für die ganze Körperoberfläche binnen 24 Stunden 412,4 Par. Cub. Zoll oder 265,77 Preuß. Gran betragen, ungefähr $^1/_{56}$ der mittleren Quantität der ganzen Hautausdünstung: er selbst schätzt nach nicht ganz richtigen Voraussetzungen die Aushauchung von Kohlensäure durch die Haut binnen einer Stunde auf ein dem räumlichen Inhalte von 77 Drachmen Wasser gleiches Volumen, d. i. 15,1 Par. Cub. Zoll in einer Stunde, 362,3 Cub. Zoll oder 233,5 Gran Pr. in 24 Stunden. Bei stärkerer wässeriger Perspiration nach Leibesbewegung war die Ausscheidung von Gasen geringer; sie erfolgte übrigens im Stickstoffgase in demselben quantitativen Verhältnisse wie in atmosphärischer Luft. Milly will binnen einer Stunde von einer Fläche von 56,92 Quadratzoll 12,737 Cub. Zoll Kohlensäuregas gesammelt haben, d. i. 11600 Cub. Zoll von der ganzen Körperoberfläche binnen 24 Stunden; mag diese Aushauchung durch das Reiben und das Bad, in welchem er das Experiment an-

---

[1]) Mém. de l'Acad. de Paris. 1747.
[2]) Magendie Journ. de Physiol. XI, 1.
[3]) Chirurg. u. physikal. Versuche, übers. v. Brandis. Leipz. 1795.

stellte, immerhin vermehrt worden sein, so erscheint dennoch jene Angabe sehr unwahrscheinlich. Es müssen noch Untersuchungen über diesen Punkt nach verbesserten Methoden angestellt werden.

Der von der Stirn abgetropfte Schweiß erschien Berzelius von derselben Zusammensetzung wie die saure aus Fleisch erhaltene Flüssigkeit, ohne jedoch Albumin, dagegen Chlornatrium in größerer Menge, auch Chlorammonium zu enthalten. F. Simon fand im Schweiße Spuren von Fett, zuweilen mit Buttersäure, Alkohol- und Wasserextracte, freie Milchsäure oder Essigsäure, Chlornatrium, Chlorammonium, milchsaures und essigsaures Kali und Natron, milchsaures Ammoniak, schwefelsaure Alkalien (zuweilen nur in der Asche des Rückstandes), phosphorsauren Kalk und geringe Mengen Eisenoxyd. Anselmino erhielt Alkohol- und Wasserextracte, Essigsäure und essigsaure Salze, Kochsalz, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien, phosphorsauren und wenig kohlensauren Kalk. Die Gegenwart der von Berzelius vermutheten Milchsäure wird gegenwärtig in Zweifel gestellt; das Chlorammonium, welches Anselmino nicht fand, erkennt man schon sehr leicht, wenn man ein Tröpfchen ganz reinen Schweißes unter dem Mikroskope verdunsten läßt; auf dieselbe Weise ist auch das Fett in dem Schweiße von Stellen, welche keine Talgdrüsen enthalten, wahrzunehmen, woselbst es vielleicht schon Leeuwenhoek[1]) richtig erkannt hat. Da Simon das Fett aus mit Schwämmen aufgenommenem, also mit Hauttalg und Epidermiszellen vermengtem Schweiße dargestellt hat, so versuchte ich die Gegenwart desselben auf zuverlässigere Weise im Schweiße von Stellen, die keine Talgdrüsen besitzen, zu ermitteln. Nachdem der Handteller durch Reiben mit Schwefeläther von anhängendem Fett und losen Epidermiszellen gereinigt worden, bedeckte ich ungefähr einen Quadratzoll desselben mit einem Bausch von Filtrirpapier, welches vorher mit Schwefeläther behandelt war; dieser Bausch wurde, gegen jede mögliche Verunreinigung von außen geschützt, eine Nacht hindurch, in welcher ein sehr geringer Schweiß gegen Morgen stattfand, mit der Haut in Berührung erhalten und alsdann mit kochendem Aether ausgezogen; das auf diese Weise erhaltene Fett bot unter dem Mikroskope kleine kugelige und formlose Massen mit einzelnen Nadeln von Margarin dar; da seine Menge nur ungefähr $\frac{1}{40}$ Gran betrug, so konnte seine Zusammensetzung nicht mit Erfolg geprüft werden; es erzeugte aber in Seidenpapier einen sehr markirten Fettfleck. Der frische Schweiß reagirt schwach sauer, jedoch schon nach 24 Stunden durch Ammoniakentwicklung neutral. Sein specifisches Gewicht und quantitative Zusammensetzung sind nicht genau bekannt, da bisher nur solche größere Mengen von Schweiß analysirt wurden, welcher im Dampfbade gesammelt, daher theils schon bei der Ausscheidung ohne Zweifel wasserhaltiger, theils durch condensirten Wasserdunst des Bades verdünnt, auch mit Epidermiszellen vermengt war. Das spec. Gew. fand Simon zu 1,003 bis 1,004; an festen Bestandttheilen erhielt Anselmino 0,5 bis 1,4 Proc.; hält man aus den angeführten Gründen die letztere Bestimmung fest, so wird das quantitative Verhältniß ungefähr folgendermaßen erscheinen (Simon's Berechnung ist nicht ganz richtig):

---

[1]) Epist. ad F. Aston. Sept. 1683.

Wasser	986,00
in Wasser und Weingeist unlöslich: Kalksalze (Eisenoxyd, Epidermiszellen)	0,28
in Wasser löslich: Wasserextract und schwefelsaure Salze	2,94
in wässerigem Weingeist löslich: Spiritusextract, Chlornatrium und Chlorkalium	6,72
in Alkohol löslich: Alkoholextract, Essigsäure und essigsaure Alkalien (Milchsäure und milchsaure Salze? Chlorammonium)	4,06
	1000,00

Da die festen Bestandtheile 22,9 Proc. bei ihrer Einäscherung hinterließen, so würden die Extracte, freien Säuren und essigsauren Salze ungefähr ein Proc. des Schweißes betragen.

Behuf einer zuverlässigeren quantitativen Analyse müßte man in einem auf 37,5° C. erhitzten und bei dieser Temperatur mit Wasserdunst gesättigten Raume, den von der möglichst gereinigten Körperoberfläche hervorquellenden Schweiß in einem völlig reinen Gewande sammeln.

Außer den gasförmigen, tropfbaren und festen Bestandtheilen des Hautdunstes und Schweißes enthält diese Ausscheidung noch riechende Effluvien von unbekannter Art. Zum Theil muß der Geruch der Hautausdünstung von den oben angeführten chemischen Bestandtheilen abhangen: Essigsäure und vorzüglich Buttersäure, sei die letztere stets in größerer Menge im Schweiße vorhanden oder aus dem Smegma ihm beigemischt, werden sich auch in verhältnißmäßig kleinen Mengen durch den Geruch verrathen; Ammoniak wird sich nicht selten durch Zersetzung des Schweißes auf der Haut selbst bilden, wenn dieser wegen der Conformation der Gegend (Achselhöhle, Räume zwischen den Zehen) überhaupt langsamer verdunstet oder bei Mangel an Reinlichkeit in und unter fettigen, zu seiner Aufnahme wenig geeigneten Kleidungsstücken sich ansammelt. Einige Gerüche der Hautausdünstung rühren von der genossenen Nahrung her; von Zwiebeln und Knoblauch ist dieses bekannt, gilt aber wahrscheinlich von mehreren Nahrungsmitteln, namentlich solchen, welche sich in dem Geruche der Lungenausdünstung und des Harns verrathen, und in der Hautausdünstung wegen der größeren Verdünnung der riechenden Effluvien nicht wahrgenommen werden, z. B. Spargel, Rettig, Senf u. a. Gewürze. Es ist aber anzunehmen, daß nicht allein die Menschenracen und Nationen, sondern unter diesen auch die Individuen, jedes durch einen eigenthümlichen Geruch seiner Hautausdünstung sich auszeichnen, der von dem menschlichen Geruchsorgane nur bei besonderer Intensität und Abweichung von den gewohnten Sinnesreizen percipirt wird. So wie dem Weißen der Geruch des reinlichsten Negers nicht unbemerkt bleiben wird, so erkennt der Neger und der Indianer Nordamerika's den Weißen am Geruch; daß der Hund nur etwa vom Geruch der Buttersäure oder des Ammoniaks geleitet, viele Meilen weit die Spur seines Herrn und nur diese verfolge, ist undenkbar. Leider fehlen uns feinere Reagentien und ausdrucksvolle Bezeichnungen für die verschiedenen Gerüche dieser Art, deren Bestimmung immer unsicher und willkürlich bleiben wird, so lange sie nur von demjenigen Sinne percipirt werden, der von allen am meisten individuell verschiedene Energien offenbart.

Die von dem menschlichen Körper ausgehenden electrischen Strömungen, hinsichtlich welcher die Epidermis als Isolator wirkt, indem sie im trocknen

Zustande funfzigmal schlechter leitet, als andere Körpertheile (Ed. Weber), sind nicht als Bestandtheile der Hautausdünstung anzusehen, und an einem andern Orte betrachtet. —

Ueber die Quellen der Hautausdünstung oder vielmehr über die Art und Weise, nach welcher diese Ausscheidung erfolgt, sind die Physiologen seit Jahrhunderten uneinig gewesen. Die ältere, wenigstens seit der Entdeckung des Blutumlaufs gültige Meinung ging dahin, daß sie als Dunst oder als wässerige Flüssigkeit aus den Blutgefäßen durch Poren exhalirt werde, indem man entweder annahm, daß die Blutgefäße selbst, und zwar Gefäße ohne rothes Blut, später als Vasa exhalantia genauer bezeichnet, mit offenen Enden durch die Epidermis münden, oder daß die letztere von unorganischen Poren durchbohrt werde. Schon Malpighi (de ext. tactus organo) widersprach dieser Ansicht sehr bestimmt, und schrieb die Ausscheidung sowohl des Schweißes als des unsichtbaren Hautdunstes den von Stenson und ihm entdeckten Schweißdrüsen zu, an deren Ausführungsgängen er, durch eine unrichtige Untersuchungsmethode verleitet, einen Klappenapparat zu finden vermeinte, welcher nach Umständen den Schweiß austreten lasse oder zurückhielte, ohne für diese Erklärung viele Anhänger zu gewinnen. Leeuwenhoek erklärte sich anfänglich gegen die Existenz von Poren der Epidermis [1]) und glaubte, daß die wässerige Feuchtigkeit durch die Epidermisschuppen hervordringe; später meinte er die für diese Ausscheidung bestimmten »Gefäße« der Oberhaut entdeckt zu haben, indem er die Zellen der tieferen und mittleren Schicht der Epidermis als solche ansah, ihre Kerne für Mündungen dieser Gefäße, welche noch von Schuppen (nämlich von den kernlosen Zellen der Hornschicht) bedeckt würden, und die einzelnen dunklen Kerne der tiefen Schicht für comprimirte Lumina oder Mündungen erklärte. Vorzüglich durch Haller's Autorität gerieth Malpighi's Ansicht in Vergessenheit, obgleich er Leeuwenhoek's Poren nicht vollständig anerkannte, welche späterhin, als das Mikroskop in Verachtung gerieth, nicht selten bespöttelt wurden, dennoch aber in den Vorstellungen der Aerzte über die Ursachen vermehrter und verminderter Hautausdünstung ihren Platz hartnäckig behaupteten. Nach gewonnener besserer Kenntniß der Capillargefäße und der Erscheinungen der Endosmose und Exosmose wandte man diese Erfahrungen auf die Hautausdünstung an, gab die exhalirenden Gefäße und die Poren auf, und setzte das Wesen der Hautausdünstung in eine Durchdringung flüssiger Bestandtheile des in den oberflächlichen Capillargefäßen der Cutis rinnenden Blutes, durch die Gefäßwände, in die tiefe feuchtere Schicht der Epidermis und in Tränkung der Epidermis ihrer ganzen Dicke nach mit dieser Flüssigkeit, die bis zur freien Fläche der Oberhaut gelangt, von dieser abdunste, oder bei stärkerer Ausscheidung und Hindernissen der Evaporation als tropfbarer Schweiß auf ihr sich verdichte. Gegen diese, ganz auf physikalische Gesetze basirte und noch neuerlich von Burdach u. A. vertheidigte Erklärung wurde von Einigen eingewandt, daß die Perspiration eine Aeußerung der Lebenskräfte der Haut sei und eine Ausdünstung im lebendigen Körper wohl gar nicht stattfinde, daher letzterer Ausdruck ganz zu verwerfen sei (Brandis), wobei man freilich jene Wirkung der Lebenskräfte der Haut nicht näher nachzuweisen vermochte; Andere nahmen wenigstens neben der physikalischen Evaporation eine auf der lebendigen Thätigkeit der Haut beruhende, organische Transspiration an

[1]) Epist. ad. F. Aston. Sept. 1683.

(W. F. Edwards), theilten der letzteren bei mittlerer Temperatur ein Sechstheil der ganzen Masse der Hautausdünstung nebst ihrem Gehalt an thierischen Bestandtheilen zu, und bezogen die Veränderungen, welche die Hautausdünstung durch vitale Vorgänge in der Haut und im ganzen Organismus, durch Wärme, Erregung des Nervensystems u. a. erfährt, auf diese organische Transspiration, wobei denn freilich eine genügende Erläuterung, wie die letztere zu Stande komme (etwa durch Vermittlung der damals noch nicht wieder aufgefundenen Schweißdrüsen), nicht gegeben und zugleich übersehen wurde, daß mehrere jener vitalen Vorgänge auch auf die physikalische Evaporation von großem Einflusse sind. Nach der Wiederauffindung der Schweißdrüsen an einzelnen Körperstellen schrieb man diesen die Absonderung des tropfbaren Schweißes zu, den Hautdunst aber einer Verdunstung von der Oberfläche der Lederhaut durch die Epidermis hindurch; endlich wird in neuester Zeit letztbezeichneter Vorgang in Abrede gestellt und der Hautdunst als das Product der Evaporation des von den Drüsen abgesonderten und auf der Oberfläche der Epidermis entleerten Schweißes betrachtet, womit denn Malpighi's Ansicht wiederum zu Ehren gekommen ist.

Die zuletzt erwähnte Erklärung kann den Vorzug, den ganzen Proceß der Hautausdünstung auf ein sehr einfaches Verhältniß zurückzuführen, und den Grundsatz, daß die Natur mit ihren Veranstaltungen zu gewissen Zwecken nicht verschwenderisch zu Werke geht, für sich in Anspruch nehmen; sie stützt sich vorzüglich auf die durch mehrere Erfahrungen sehr wahrscheinlich gemachte völlige Undurchdringlichkeit der Epidermis (oder genauer der Hornschicht derselben) für wässerige Flüssigkeiten. Sie verdiente daher vorzugsweise den Versuch einer genaueren Begründung durch Untersuchungen, welche nachweisen sollten, ob die Schweißdrüsen die ganze Quantität der Hautausdünstung liefern können, und ob die Epidermis überhaupt, oder in welchem Grade impermeabel ist. In ersterer Beziehung leidet es keinen Zweifel, daß ein reichlicher Erguß von Schweiß aus den Mündungen der Schweißdrüsen, wenn er zu großen Tropfen zusammengeflossen ist und die ganze oder den größten Theil der Körperoberfläche bedeckt, eine so ausgedehnte Verdunstungsfläche darbiete, daß von derselben eine bei weitem größere Quantität von Hautdunst evaporiren könne, als von Seguin jemals beobachtet worden. Bei dem gewöhnlichen niedrigen oder mittleren Stande der Hautausdünstung aber dringt das Secret der Schweißdrüsen nicht weiter als bis in die Ausführungsgänge der letzteren oder höchstens bis in ihre Mündungen und bildet in diesen Ausführungsgängen kleine Flüssigkeitssäulen, von deren Enden in der Mündung die Verdunstung erfolgt; es ist daher zu untersuchen, ob die Endfläche der Säulchen von Schweiß, welche die Ausführungsgänge der Drüsen ausfüllen, zusammengenommen eine Verdunstungsfläche von einer, dem Maaß der Hautausdünstung entsprechenden Größe darbiete.

Die Anzahl der Mündungen der Schweißdrüsen, welche die Enden der Flüssigkeitssäulen enthalten, ist der oben berechneten Anzahl der Drüsen nicht gleich, da eine solche Mündung nicht ganz selten für zwei Drüsen gemeinschaftlich ist, ohne zugleich weiter als gewöhnlich zu sein, auch sehr viele einzelne Drüsen oben (S. 131) als drei oder vier in Rechnung gebracht sind, um sie auf eine gleichförmige mittlere Größe zu reduciren. Wenn wir indessen das letztere Verhältniß gegen das Vorhandensein anderer, die Größe von $1/6'''$ nicht erreichender Drüsen aufheben, übrigens auf 20 Drüsen 19 Ausführungsgänge, und auch für die Achselhöhlen 1000 Mündungen auf einen Quadratzoll annehmen, welches alles gewiß viel zu hoch angeschlagen

ist, so würde die ganze Oberfläche der Haut in runder Summe 2270000 Ausführungsgänge enthalten. Nur während des Schweißes sind in den Oeffnungen der Ausführungsgänge Tröpfchen zu erkennen, welche aber auch, so lange der Schweiß nur mäßig ist, an vielen Körperstellen gar nicht wahrzunehmen sind, an anderen Stellen, z. B. am Handrücken, eine Größe von $1/_{28}'''$, an der Volarfläche von $1/_{16}'''$ im Durchmesser nicht übersteigen und am letztgenannten Orte der Größe der trichterförmigen Einsenkungen auf der freien Epidermisfläche nicht gleichkommen; bei stärkerem Schweiße fließen mehrere solcher Tröpfchen zusammen, bevor sie verdunsten können, und bilden dadurch größere Tropfen. Außer der Zeit des Schweißes erkennt man bei fünfundzwanzigmaliger Vergrößerung keine Schweißtröpfchen auf der Oberfläche, wovon ich mich sehr oft an mir selbst, da ich sehr leicht und stark schwitze, und an Anderen, durch mikroskopische Betrachtung der Hände und Arme überzeugt habe; es kann daher zu dieser Zeit das Ende der Schweißsäule im Ausführungsgange nur der Weite des Ausführungsganges selbst, nämlich $1/_{82}'''$ bis $1/_{65}'''$ gleich sein. Da ich indessen bei warmer und feuchter Haut, welche die Lebhaftigkeit ihrer Ausdünstung durch schnelle Condensation des Hautdunstes an genäherten Glasplatten verrieth, aber nicht auf sichtbare noch fühlbare Weise schwitzte, sehr vereinzelte Tröpfchen von $1/_{56}'''$ Durchmesser, welche längere Zeit hindurch diese Größe beibehielten, und nur durch mechanisches Ausdrücken des Schweißes vergrößert wurden, wenigstens in der Vola erkannte, so will ich das Ende der Flüssigkeitssäule in dem Ausführungsgange der Schweißdrüse durchgängig als eine halbkugelförmige Fläche von $1/_{56}'''$ Durchmesser annehmen. Diese Annahme ergiebt für die oben gesetzte Anzahl aller Ausführungsgänge zusammen eine Verdunstungsfläche von 7,896 Quadratzoll. Während also ein menschlicher Körper von 15 Quadratfuß Oberfläche nicht auf merkliche Weise schwitzt, trägt er eine Wasser- oder vielmehr Schweißfläche von noch nicht acht Quadratzoll an sich; daß diese Fläche beim Schwitzen sich in beträchtlicher, variabler und nicht genauer zu bestimmender Ausdehnung vergrößert, bedarf keiner Erinnerung.

Um das Maaß des von jener Fläche binnen einer gegebenen Zeit verdunstenden Wassers, unter Annahme der Temperatur des Schweißes in den Mündungen der Schweißdrüsen zu 35° C. zu finden, könnte man sich der von Dalton[1]) gelieferten Bestimmungen bedienen. Zur Anwendung auf die an der Oberfläche des menschlichen Körpers stattfindende Verdunstung sind diese Bestimmungen freilich zu hoch, da er seine Versuche über die Verdunstung des kochenden Wassers bei einer mehr oder weniger bewegten Luft anstellte, und die Zahlen seiner Tabellen unter der Voraussetzung, daß die Atmosphäre von allen Dünsten völlig frei sei, berechnete. Nach Dalton's Angabe müßte von einem Quadratzoll Fläche, bei einer Temperatur von 35° C. und der dieser entsprechenden Tension des Wasserdampfes von 40,404 mm, binnen einer Minute 0,29587 bis 0,46600 Gran Wasser verdunsten. Ich stellte viele Versuche an, welche eine mehr directe Vergleichung zulassen, indem ich Wasser bei gleichförmig auf 37,5° C. erhaltener Temperatur eine Stunde lang verdunsten ließ, oder verschiedene Wassermengen Tage lang bei niedrigerer Temperatur der Verdunstung überließ. Dieses geschah in einem Raume, welcher einen stark ziehenden Windofen enthielt, welcher abwechselnd gelüftet und verschlossen gehalten wurde, in welchem ich

[1]) Mem. of the soc. of Manchester. Vol. V. Gilbert's Annalen. Bd. XV.

selbst bei täglich mehrstündigem Aufenthalte bald schwitzte, bald nicht, und dessen Temperatur, gleich der des Wassers wechselnd, im Mittel 12°,5 C. betrug, welches Mittel nach dem Mittel der Tension, die den einzelnen Temperaturbeobachtungen entsprach, bestimmt wurde; die Quantität der Verdunstung wurde durch Abwägungen sowohl der Wassermengen als des bei einigen Versuchen angewandten, zur möglichst vollständigen Aufnahme des Dunstes passend angebrachten Chlorcalciums bestimmt. Das Maximum der Verdunstung von einem Quadratzoll Fläche, bei einer Temperatur von 35° C., Tension 40,404 mm, welches ich erhielt, betrug nur 0,1675 Gran binnen einer Minute. Nach dieser Bestimmung, welche unter denselben Verhältnissen, unter welchen eine lebhafte Hautausdünstung vor sich ging, gefunden worden, würde daher die Verdunstung aus allen Schweißdrüsenmündungen an der Oberfläche des Körpers, bei nicht schwitzender Haut, bei 35° C., binnen einer Minute betragen 1,3225 Gran, binnen 24 Stunden 1904,5 Gran; oder nach Dalton's Angabe der Quantität der Verdunstung bei wasserfreiem Zustande der Atmosphäre (daher jedenfalls nur seine niedrigste Angabe zur Anwendung kommen darf), 2,3368 Gran in der Minute, 3365 Gran in 24 Stunden. Wie weit bleibt dieses Resultat unter dem geringsten Maaße der Hautausdünstung, welches Seguin unter den für diese Function ungünstigsten Verhältnissen erhielt, nämlich 5,93 Gran in der Minute, und noch mehr unter dem mittleren, wahrscheinlich gleichfalls bei nicht schwitzender Haut von Seguin erhaltenem Maaße, nämlich 10,465 Gran in der Minute; es verhält sich gegen das erstere wie 1 : 4,5, gegen das letztere wie 1 : 7,9 (oder wenn man Dalton's Bestimmungen zum Grunde legen will, wie 1 : 2,5 und 1 : 4,5).

Wenn durch diese Untersuchungen bereits der Beweis geliefert ist, daß bei dem geringsten und dem mittleren Stande der Hautausdünstung eine dem Gewichtsverlust durch die Haut entsprechende Menge von Flüssigkeit aus den Schweißdrüsen an die Körperoberfläche, um daselbst zu verdunsten, nicht gelangen kann, vielmehr diese Drüsen außerhalb der Zeit des merklichen Schwitzens nur höchstens zwei Neuntheile der zu diesem Vorgange erforderlichen Flüssigkeitsmenge excerniren: so wird dieser Ausspruch noch durch folgende Betrachtungen verstärkt. Die Schweißtröpfchen auf den Mündungen der Schweißdrüsen müßten einen Durchmesser von $1/_{20}'''$ haben, wenn binnen einer Minute 10,465 Gran verdunsten sollen, also schon bei dem mittleren Stande der Hautausdünstung sehr wohl sichtbar sein, um so mehr, als die Schweißtröpfchen nicht an allen Stellen des Körpers von gleicher Größe sind, daher in diesem Falle viele noch größere Tröpfchen sich darbieten würden; wie die Untersuchung gelinde schwitzender Hände lehrt, würden bei jenem mittleren Stande die Tröpfchen in der Handfläche beinahe $1/_{15}'''$, auf dem Handrücken etwas mehr als $1/_{30}'''$ messen. — Die Menge des Schweißes einzelner Hautstellen entspricht überhaupt nicht der Anzahl und Größe der Schweißdrüsen; bei sehr vielen Menschen wird er stärker an der Stirn und im Gesichte verspürt, als in den Händen, obgleich alle diese Stellen unbedeckt getragen werden und ihre Schweißdrüsen von gleicher Größe, an den Händen aber zahlreicher vorhanden sind. Nur in Betreff der Achselhöhlen läßt sich eine Beziehung der stärkeren Schweißabsonderung zu dem beträchtlicheren Volumen der Schweißdrüsen mit Bestimmtheit nachweisen. — Menschen, welche niemals schwitzen, werden gewiß sehr selten angetroffen; häufiger aber sind solche, welche äußerst selten schwitzen und selbst nach starken Bewegungen in der Sonnenhitze nur sehr wenig

Schweiß an sich verspüren; sollte bei diesen die so wichtige Function der Hautausdünstung überhaupt in demselben ungewöhnlichen Grade beschränkt sein, wie man doch annehmen müßte, wenn sie allein von dem Secrete der Schweißdrüsen abhängig wäre? Eine solche Annahme hat sehr geringe Wahrscheinlichkeit für sich; sie zur Gewißheit zu erheben oder ihren Ungrund darzuthun ist allerdings nicht leicht, da man solche Menschen in den Seguin'schen Apparat stecken und ihre Schweißdrüsen untersuchen müßte. — Das Volumen aller Schweißdrüsen des Körpers zusammen erreicht beinahe 4 Cubikzoll, d. i. ungefähr zwei Siebentheile des Volumens beider Nieren, wobei noch in Anschlag zu bringen, daß der Bau der Schweißdrüsen viel weniger compact ist als der der Nieren, und die Anzahl und Länge, überhaupt die innere Oberfläche aller ihrer Secretionsröhrchen zusammen von der der Nieren, in welchen die Secretionsröhrchen bei weitem enger an einander gedrängt liegen, in einem noch weit höheren Verhältnisse übertroffen wird, als ihr Volumen. Da nun die Quantität der Hautausdünstung die Menge des Harns häufig übertrifft, nach den aus jahrelangen Beobachtungen gezogenen Mittelzahlen aber ihr beinahe gleichkommt (36 : 37 nach Rye) und diese Ausscheidung der Harnsecretion an Bedeutsamkeit für die thierische Oekonomie nur wenig nachsteht, so würde die Sparsamkeit der Natur schwer zu begreifen sein, wenn sie wirklich für eine so wichtige Ausscheidung einen in so viel geringerem Grade entwickelten Drüsenapparat bestimmt hätte. — Endlich ist noch eine Bemerkung Seguin's hervorzuheben und zu würdigen. Er verweilte in der Regel drei bis vier Stunden in seiner undurchdringlichen Hülle, wobei sich auf der Oberfläche seiner Haut nur eine geringe Menge Feuchtigkeit absetzte, aber kein Schweiß auf der Haut sich ansammelte, weil keine Hautausdünstung weder durch Evaporation noch durch Schweißerguß stattfand. Wenn nun die Schweißdrüsen das Material für die Verdunstung liefern und diese bei Seguin nach einiger Zeit, nachdem die Luft innerhalb der Hülle mit Wasserdunst gesättigt war, cessirte, so hätte dennoch fortwährend Schweiß auf der Hautoberfläche tropfbar sich ergießen müssen, da die Secretion desselben durch die Hemmung der Verdunstung nicht gehindert (so wenig, wie dieses im Dampfbade geschieht), vielmehr durch die feuchtwarme Umgebung des Körpers nur gesteigert werden konnte. Binnen nur zwei Stunden nach der nothwendig sehr bald erfolgenden Sättigung der Luft in der Hülle mit Wasserdampf hätten 1256 Gran Schweiß, d. i. das Maaß der mittleren Hautausdünstung für diesen Zeitraum, auf die Körperoberfläche hervordringen und, da sie nicht verdunsten konnten, auf jeder Mündung eines Ausführungsganges ein Tröpfchen von $^{10}/_{45}'''$ Durchmesser bilden müssen; also von einer Größe, bei welcher sie an den meisten Körperstellen einander berühren, zusammenfließen und als ein reichlicher Schweiß sich darstellen mußten und Seguin's Beobachtung nicht entgehen konnten. Wenn dagegen die Schweißdrüsen des ganzen Körpers nur 1,3225 Gran in der Minute excernirten, die nicht verdunsten konnten, so mußte diese Schweißmenge binnen zwei Stunden zu einzelnen, halbkugeligen Tropfen von $^{1}/_{9}'''$ Durchmesser in den Mündungen der Ausführungsgänge sich ansammeln, welche Seguin sehr wohl als eine »geringe Feuchtigkeit auf der Haut,« nicht aber als merklicher Schweiß erscheinen konnten, weil man zu jener Zeit die mikroskopischen oder dem bloßen Auge nur bei besonderer Aufmerksamkeit sichtbaren Schweißtröpfchen nicht beachtete.

Zum Beweise der Impermeabilität der Epidermis, nämlich der Horn-

schicht derselben, welche schon J. Hunter mit einem glasartigen Ueberzuge des Körpers verglich, hat man hervorgehoben, daß das Mikroskop keine Poren erkennen läßt, daß die mit unverletzter Epidermis bedeckten Körperstellen der Leichname nicht austrocknen, daß eine dünnflüssige Injectionsmasse, welche durch Zerreißung der oberflächlichen Capillargefäße der Lederhaut in die tiefe Schicht der Epidermis sich ergießt, die Hornschicht erhebt, aber nicht durchdringt, daß dasselbe beim lebenden Menschen nach Vesicatorien, Verbrennungen u. s. w. stattfindet; daß nach Béclard [1]) kein Quecksilber durch ein Stück Epidermis bei einer Druckhöhe von mehr als zwei Fuß hindurchdrang, daß Sömmerring [2]) in Gläschen, welche vermittelst Stücken von Epidermis verschlossen waren, während der Dauer von Monaten keine Verminderung des in ihnen enthaltenen Wassers bemerkte; endlich daß nach vielen Beobachtungen keine Absorption von außen nach innen durch die Epidermis erfolge, in welcher Beziehung man die entgegenstehenden Erfahrungen zu entkräften suchte. Um diese Angaben, welche zum Theil nur unter Einschränkungen gültig sind, zu prüfen, habe ich zahlreiche Versuche über die Permeabilität der Epidermis auf dem Wege der mechanischen Durchdringung, der Imbibition und Filtration und der Diffusion der Flüssigkeiten (Endosmose und Exosmose) angestellt. Zu diesen Experimenten wurden theils Stücke von Oberhaut mit der Lederhaut, welche letztere an ihrer inneren Fläche von Fett und Zellstoff möglichst befreit war, angewandt, und diese von der Bauchseite und inneren Armfläche frischer Leichname, die sich durch besonders dünne Haut und Oberhaut auszeichneten, entnommen; theils Stücke der Epidermis ohne Lederhaut, die mit Hülfe von heißem aber nicht kochendem Wasser abgezogen worden, und hierzu, wegen der erforderlichen Manipulation, meistens eine etwas stärkere Epidermis vom Fußrücken und anderen Stellen, woselbst die Hornschicht eine Dicke von $1/_{16}'''$ bis $1/_{10}'''$ darbot, zuweilen aber auch dünnere und dickere Oberhautstücke gewählt. Hierbei wurde bemerkt, daß die zerrissenen Ausführungsgänge der Talg- und Schweißdrüsen und die Hüllen der Haarbälge, wegen ihrer schrägen und gewundenen Richtung und der Elasticität des Gewebes, schon bei dem Abziehen der Hornschicht vollständig sich schließen und durch Ausdehnung des Oberhautstückes nicht wieder sich öffnen, so daß die Stellen, an welchen sie sich befinden, ganz denselben Grad der Undurchdringlichkeit darbieten, als ihre Zwischenräume; zu ihrer Verschließung bedarf es keineswegs erst einer Austrocknung, wie Sömmerring meinte, welcher Poren in den Zäserchen der inneren Epidermisfläche annahm, die nach dem Tode sich schließen sollten. — Hinsichtlich des Erfolges der Versuche machte es keinen Unterschied, ob die Hautstücke nur mit warmem Wasser, oder Wasser und Seife, oder Schwefeläther gereinigt waren.

Bei Wiederholung des Béclard'schen Versuches zeigte sich, daß ein Stück Epidermis von $3^1/_2'''$ Durchmesser und $1/_{13}'''$ Dicke einen Druck von nicht mehr als 13'' Höhe der Quecksilbersäule ohne Zerreißung ertrug; wurde sie aber zwischen zwei von einem Loche durchbohrten Lederplatten eingeschlossen, so daß nur eine kreisrunde Stelle derselben von 1''' Durchmesser unmittelbar dem Drucke ausgesetzt war, so konnte dieser bis auf wenigstens 26'' Höhe der Quecksilbersäule verstärkt werden. Jedesmal erfolgte die Zerreißung plötzlich und ohne daß vorher Quecksilber durch die Epidermis hervordrang.

---

[1]) Addit. à l'anat. gén. de Bichat, p. 302.

[2]) Denkschriften der Akad. zu München. Bd. VII.

Dicke Epidermis Tage lang in Wasser von mittlerer Temperatur eingeweicht schluckt dasselbe bekanntlich, aber nur in einer gewissen Menge ein; ihre freie Fläche und ihre tiefe und mittlere Schicht nehmen so viel auf, daß sie weiß, opak, weich und locker werden und die einzelnen Zellen leicht abgestreift werden können. Diese Veränderung dringt aber nur bis zu einer gewissen Tiefe ein, der größte Theil der Hornschicht behält seine Festigkeit, Trockenheit und hornartige Durchsichtigkeit; die erweichte Oberfläche und Schnittränder scheinen das aufgenommene Wasser so fest zu halten, daß es nicht tiefer eindringen kann; schabt man die erweichten Schichten ab, so dringt von Neuem Wasser bis zu einer geringen Tiefe ein. Man beobachtet diesen Vorgang am leichtesten an dicken Oberhautstücken von dem Handteller und der Fußsohle, aber vermittelst des Mikroskopes auch an ganz dünner Epidermis; man sieht ihn an Leichnamen, die so lange im Wasser gelegen hatten, daß die Epidermis wie ein weißer Handschuh von der Hand abgezogen werden kann; man sieht ihn auch an lebenden Menschen, bei Wäscherinnen, deren Hände im warmen Seifenwasser weiß werden, wobei dennoch die Hornschicht in der Tiefe unverändert bleibt und dem Corium Schutz gewährt, so lange sie sich hüten, die erweichte Oberfläche der Epidermis abzureiben und somit auch die tieferen Partien der Einwirkung des Wassers auszusetzen. Nur bei längerer, vorzüglich mit Kneten verbundener Maceration und bei Anwendung der Siedhitze tränkt sich die Epidermis in ihrer ganzen Dicke gleichförmig mit Wasser; in welche nur geringe Tiefe unter der freien Fläche es bei einer niedrigeren Temperatur einzudringen vermag, erkennt man sehr genau, wenn man frische oder getrocknete Oberhaut in sehr verdünnte wässerige Solutionen von Salzen, welche durch chemische Reaction leicht aufgefunden werden, einweicht. Ich behandelte auf diese Weise Stücke der Lederhaut mit der Epidermis von der Fußsohle, die einen bis drei Tage lang, einige in einer Auflösung von Kaliumeisencyanür, andere in einer von schwefelsaurem Kupferoxyd gelegen hatten und sodann gut abgespült, erstere in Auflösungen von Eisenchlorid und schwefelsaurem Kupferoxyd, letztere in Aetzammoniak und Kaliumeisencyanür gebracht wurden. Wie zu erwarten, wurde die ganze Oberfläche der Hautstücke blau oder braun gefärbt: machte man aber senkrechte Durchschnitte, so zeigte sich auf den Schnittflächen diese Färbung nur in dem ganzen Gewebe des Corium nebst seinen Papillen, in der tiefen Schicht der Epidermis, in der mittleren Schicht, woselbst sie schon blasser war und in den oberflächlichen Zellen der Hornschicht: dagegen war die letztere in dem größten Theile ihrer Dicke ungefärbt und durchscheinend geblieben, so daß sie die Färbung der von den chemischen Substanzen durchdrungenen Schichten hindurchschimmern ließ, sie selbst aber, auch auf den Schnittflächen mit den Reagentien betupft, sich durchaus nicht färbte. Kaliumeisencyanür und Eisenchlorid erwiesen sich dabei als bequeme Mittel, die verschiedenen Schichten einer etwas dickeren Epidermis, so wie auch die etwas dunkler sich färbenden Papillen dem bloßen Auge sichtbarer zu machen.

Um zu versuchen, ob die Epidermis unter einem geringeren oder größeren Drucke Wasser hindurchgehen läßt, wurden weite Glasröhren mit Stücken abgetrockneter Oberhaut verschlossen (bei allen Versuchen solcher Art wurde der luft- und wasserdichte Verschluß durch eine zwischen Haut und Glasröhre gebrachte Schicht von sehr dickem öligen Copalfirniß oder in ätherischen Oelen erweichtem oder geschmolzenem Kautschuck, und durch sehr vorsichtige feste Umwickelung weicher Fäden bewirkt) und die Röhren mit Wasser gefüllt. Die der Luft ausgesetzte Fläche der Epidermis blieb, so viele

Tage lang man sie beobachtete, stets für das Gesicht und Gefühl trocken und das Mikroskop ließ auf ihr nicht die kleinsten Wassertröpfchen erkennen, obgleich sie, so weit sie mit dem Wasser in Berührung stand, ihre natürliche Feuchtigkeit und Biegsamkeit behielt und nur oberhalb des Verschlusses durch völlige Austrocknung hart und spröde wurde; dagegen andere auf dieselbe Weise behandelte thierische Häute, Amnion, Gallen- und Harnblasen von kleineren Thieren, sehr bald an der dem Wasser abgewandten Fläche mit kleineren und größeren Tropfen bedeckt erschienen. Ein Stück Lederhaut mit Epidermis wurde über den kurzen mit Wasser gefüllten Schenkel einer gebogenen Glasröhre befestigt und das Wasser dem Druck einer Quecksilbersäule von 28'' Höhe unterworfen. Nach 24 Stunden war die Lederhaut von dem Wasser auf das Vollständigste durchtränkt, die Epidermis hatte sich in Blasen erhoben, von welchen die größten geplatzt waren, dagegen die kleineren bis zu beinahe 1''' Durchmesser unversehrt das Wasser hielten und auf ihrer Oberfläche völlig trocken erschienen. Viele kleine frieselähnliche geschlossene Bläschen zeigten sich an den Mündungen der Haarbälge; sie wurden, indem das Wasser in die Haarbälge und die äußeren Wurzelscheiden der Haare (tiefe Epidermisschicht) gedrungen war, von den Uebergangsstellen der Hornschicht in die inneren Wurzelscheiden gebildet, und es konnten nach ihrer Zerreißung die Haare mit ihren inneren Wurzelscheiden äußerst leicht hervorgezogen werden.

Bei den Versuchen auf Diffusion tropfbarer Flüssigkeiten wurden weite, mit Epidermis geschlossene und mit einer Flüssigkeit gefüllte Röhren sorgfältig so eingesenkt, daß in die andere Flüssigkeit nur die von der Epidermis gebildete Blase, nicht die Befestigungsstelle eintauchte, und jedesmal correspondirende Experimente angestellt, so daß die Epidermis in dem einen Experimente mit ihrer inneren, in dem anderen mit ihrer äußeren Fläche mit der dichteren und chemisch verschiedenen Flüssigkeit in Berührung trat. Alle Versuche mit Wasser und Auflösungen von Kochsalz, Salpeter, Zucker, Gummi, Eiweiß, wässerigen Lösungen von Kaliumeisencyanür und Eisenchlorid, chromsaurem Kali und essigsaurem Blei, ergaben durchaus keine Diffusion; dagegen bei den mit denselben Flüssigkeiten zugleich angestellten Versuchen mit anderen dünnen thierischen Häuten die bekannten Erscheinungen der Volumensveränderungen und der Bildung farbiger Niederschläge niemals vermißt wurden. War die Epidermis noch mit dem Corium verbunden, so zeigte sich spätestens nach 24 Stunden das Gewebe des letzteren von der über ihr stehenden Salzlösung, z. B. von Kaliumeisencyanür durchdrungen, indem durch Berührung der Schnittränder der Lederhaut oberhalb des Verschlusses mit Eisenchlorid die Reaction erhalten wurde; dagegen nach acht Tagen die sehr dünne Epidermis sich von der Lederhaut in Gestalt einer Blase ablös'te, welche die in ihr enthaltene Kaliumeisencyanürsolution während einer viele Tage lang fortgesetzten Beobachtung gegen die Verbindung mit der Eisenchloridlösung, in welche sie eintauchte, schützte.

Die Experimente mit einigen Mineralsäuren ergaben andere Resultate. Die mit drei Theilen Wasser verdünnte Salpetersäure färbt die in ihr eingeweichte Epidermis in ihrer ganzen Dicke; bei den Diffusionsversuchen sinkt das über der Epidermis in der Röhre stehende Wasser schon nach zehn Minuten und der schwächere zum Wasser gehende Strom ertheilt diesem die saure Reaction. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure durchdringen gleichfalls die Oberhaut; das Wasser, welches 24 Stunden lang in der oberen Röhre, über der nur an einer beschränkten Stelle in jene Säuren ein-

tauchende Epidermis gestanden hatte, bot starke Reaction auf Lackmuspapier, neutrales essigsaures Blei und salpetersaures Silber dar. Es läßt sich diese Erscheinung nur daraus erklären, daß diese Säuren durch chemisch auflösende Einwirkung den Zusammenhang der Zellen aufheben, da die Zellen selbst, wenn sie nur kurze Zeit in Berührung mit ihnen stehen, nicht sichtbar verändert sich darstellen. Daß concentrirte Schwefelsäure und Aetzkali die Epidermis durchdringen, indem sie die Zellen selbst auflösen und in eine gallertähnliche Masse umwandeln, braucht als schon bekannt kaum erwähnt zu werden. Bemerkenswerth ist, daß die Auflösung des salpetersauren Silbers die in ihr eingeweichte Epidermis in ihrer ganzen Dicke durchdringt (S. 119), die des salpetersauren Kali aber nicht; es läßt sich nur daraus erklären, daß die Epidermissubstanz das Silber aus seiner Verbindung mit der Salpetersäure ausscheidet, so daß diese frei wird und bei ihrem allmäligen tieferen Eindringen in die Masse der Oberhaut auch den noch unzersetzten Antheilen der Solution den Weg zwischen die Epidermiszellen bahnt.

Wenn aus allen diesen Thatsachen unzweifelhaft hervorgeht, daß die Hornschicht der Epidermis Flüssigkeiten im tropfbaren Zustande weder durch sichtbare Poren noch durch Imbibition, noch durch Diffusion (Endosmose und Exosmose) hindurchgehen läßt — mit Ausnahme der wenigen Flüssigkeiten, welche eine chemisch auflösende Einwirkung auf die Zellen oder wenigstens auf den Zusammenhang derselben ausüben —: so lehrt dagegen eine andere Reihe von Versuchen, daß sie dunstförmigen und überhaupt leicht sich verflüchtigenden Flüssigkeiten den Durchgang gestattet. Die mit Epidermis unterwärts verschlossene und mit Wasser gefüllte Glasröhre wurde luftdicht in ein Gläschen eingesetzt, welches frisch geschmolzenes, einen Zoll unterhalb der Epidermis angebrachtes Chlorcalcium enthielt. In allen Versuchen dieser Art gab das letztere durch theilweises Zerfließen und Gewichtszunahme eine Aufnahme von Wasser zu erkennen, und zwar mehrere Tage hindurch in sehr regelmäßiger Progression; am ersten Tage etwas mehr als an den folgenden, bis nämlich der Theil der Oberhaut oberhalb der Umschnürung mit Fäden, welcher von der Berührung mit dem Wasser in der Röhre ausgeschlossen war, vollkommen ausgetrocknet erschien. Vom zweiten bis zum fünften Tage nahm das Chlorcalcium bei einer Epidermisfläche von ungefähr 40 Quadratlinien 1,7 bis 2,6 Gran Wasser binnen 24 Stunden auf: als Mittel aus den sichersten Beobachtungen erhielt ich binnen 24 Stunden 2,066 Gran, welche in Dunstgestalt durch ein Stück Epidermis von 40,715 Quadratlinien gedrungen waren. Gegen die Annahme einer möglichen Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft des Zimmers sicherte nicht allein der undurchdringliche Verschluß des Gläschens, welches das Chlorcalcium enthielt, als die Erfahrung, daß eine gleiche Menge Chlorcalcium in einem gleichgestalteten offenen Gläschen binnen 24 Stunden nur 0,3 bis 0,4 Gran Wasser aus der Atmosphäre aufnahm. Wurde das unten mit Epidermis geschlossene Ende einer Röhre in Wasser gesenkt, so erfolgte schon bei gewöhnlicher Temperatur und vorzüglich nach gelinder Erwärmung des Wassers ein tropfbarer Niederschlag an der gebogenen Stelle der Röhre, oder eine Aufnahme von Wasser von Seiten der in die Röhre eingeschlossenen Stücke Chlorcalcium. Auch ausgetrocknete Epidermis läßt Wasserdunst hindurchdringen ohne merklich feucht zu werden; Chlorcalcium in vierfache trockne Oberhaut eingewickelt, deren Ränder mit dickem Copalfirniß bestrichen sind, zerfließt in kurzer Zeit; Chlorcalcium in einer Röhre, welche an dem einen Ende mit bereits völlig ausgetrockneter Epidermis und an dem

anderen mit Pfropf und Kitt verschlossen ist, zerfließt allmälig, obgleich langsamer als an der Luft. — Essigsäure durchdringt die Epidermis sehr schnell, wie schon an ihrer Wirkung auf die Haut des lebenden Menschen, bei den Diffusionsversuchen aber an ihrem Verhalten nach Zusatz von Ammoniak und Eisenchlorid zu erkennen ist; desgleichen Aetzammoniak, welches auf den Schnittflächen der dicken Epidermis, die in dieser Flüssigkeit gelegen hatte, durch Bestreichen derselben mit einer Solution von schwefelsaurem Kupferoxyd in der ganzen Dicke der Oberhaut nachzuweisen war, dagegen schwefelsaures Kupferammoniak nicht tiefer eindringt als andere Auflösungen von Salzen (vergl. S. 154). — Alkohol von 0,833 spec. Gew. in dem unteren Gefäße nimmt durch die in ihn eintauchende Epidermis Wasser auf, welches in der Röhre ziemlich schnell sinkt, jedoch erst nachdem der Alkohol die ganze Dicke der Epidermis durchdrungen und die dadurch erfolgende Zusammenziehung des Hautbeutels an der Röhre ihren höchsten Grad erreicht hatte. — In einer ziemlich concentrirten Auflösung von Kaliumbichromat giebt Alkohol einen reichlichen gelben, durch Zusatz von Wasser sich wieder auflösenden Niederschlag. Die Epidermis, welche die mit der rothen Auflösung des chromsauren Salzes gefüllte Röhre verschloß, tauchte in Alkohol von 0,833 spec. Gew.; nach einer Stunde hatte sich an der oberen, nicht mit dem Alkohol in unmittelbarer Berührung stehenden Fläche der Epidermis der gelbe Niederschlag gebildet, der von der oberflächlichen Färbung, welche das saure chromsaure Kali der Oberhaut ertheilt, leicht, besonders auf Durchschnitten zu unterscheiden war. — Ganz ähnliche Resultate geben Kaliumbichromat und in Alkohol gelös'tes essigsaures Blei: befand sich ersteres in der Röhre oberhalb eines Stückes Lederhaut mit Epidermis, die alkoholische Lösung des essigsauren Bleies in dem unteren Gefäße in Berührung mit der Epidermis, so sah man den gelben Niederschlag von Chromblei schon in der Lederhaut sich bilden, noch bevor die Chromsalzlösung abwärts bis zur Epidermis gedrungen war, beide Flüssigkeiten waren einander in der Dicke des Corium begegnet. — Auf der in Kaliumeisencyanürlösung eintauchenden Epidermisfläche zeigte sich ein starker Niederschlag eine halbe Stunde nachdem in die Röhre eine Auflösung von Eisenchlorid in Aether oberhalb der Epidermis gebracht war. Daß der Niederschlag nicht in der Dicke der Epidermis, sondern an dem abhängigsten Theile der mit der Kaliumeisencyanürlösung in Berührung stehenden Epidermisfläche erschien, erweiset, daß nicht die genannte Solution, sondern nur der Eisenchloridäther die Oberhaut durchdrungen hatte. — Zum Ueberflusse sei noch erwähnt, daß bei allen diesen mehrmals wiederholten Versuchen mit Alkohol und Aether die Dichtigkeit des Verschlusses besonders sorgfältig auch mit Reagentien geprüft, und meistens der Apparat so eingerichtet wurde, daß diese Flüssigkeiten die Verschlußstelle nicht unmittelbar berühren, auch nicht leicht auf dem Wege der Capillarität erreichen konnten, welche Vorsicht um so nöthiger ist, als man die Epidermis nicht so fest als andere Häute mit Fäden umschnüren darf.

Diesen Erfahrungen, welche den strengen Beweis liefern, daß Wasserdunst und andere bei niedriger Temperatur stark verdunstende Flüssigkeiten die Epidermis leicht durchdringen, stehen mehrere der oben (S. 153) angeführten Angaben diametral entgegen, daher über die letzteren noch Einiges zur Erläuterung hier anzufügen ist. Sömmerring giebt die Gestalt des durch Epidermis geschlossenen Gefäßes, in welchem er keine Abnahme des Wassers sehen konnte, nicht an; be-

kanntlich hat diese auf die Verdunstung den größten Einfluß; wenn er vielleicht ein bauchiges Medicingläschen mit verhältnißmäßig langem und engem Halse anwandte, so brauchte er demselben nur einen sehr lockeren Verschluß zu geben, um bei niedriger Temperatur eine merkliche Entweichung von Wasserdunst zu verhindern, wozu ein Stück Epidermis in solcher Höhe über dem Wasserspiegel angebracht, daß es schnell völlig austrocknen konnte, gewiß hinreicht. Gerade der Umstand, daß ein Stück feuchte Epidermis nahe oberhalb eines Wasserspiegels, aber ohne unmittelbare Berührung mit dem Wasser, auf beiden Flächen und seiner ganzen Dicke nach gleichförmig lufttrocken wird, obgleich seine untere Fläche mit einer mit Dunst gesättigten Luftschicht in Berührung ist, beweiset, daß die Feuchtigkeit an seiner unteren Fläche die ganze Dicke der Epidermis durchdringt und entweicht, da sonst diese Fläche nicht austrocknen könnte. Daß aber die Oberhaut unter solchen Verhältnissen nicht absolut trocken wird, sondern von Wasserdunst durchdrungen ist und diesen hindurchläßt, beweisen folgende Experimente. Ein Gläschen mit einem 4''' weitem Halse wurde bis zu einer Höhe von 3''' unter der Mündung mit Wasser gefüllt und durch ein Stück dünner Epidermis mit Hülfe eines dicken öligen Copalfirniß sorgfältig geschlossen, in einer ziemlich feuchten Zimmerluft ruhig hingestellt und vom zweiten Tage an, nachdem die Epidermis lufttrocken geworden, 15 Tage lang täglich gewogen: der Gewichtsverlust war in den ersten Tagen stärker, 0,35 bis 0,21 Gran in 24 Stunden, in den folgenden Tagen geringer aber gleichförmiger, im Mittel 0,1 Gran in 24 Stunden; der Wasserspiegel sank auf bemerkbare Weise. Ein weiteres Glas wurde mit dünner präparirter Cutis, die Epidermis nach unten und dem Wasserspiegel näher als im vorigen Experiment, verschlossen und das Gewicht 11 Tage später, nachdem die Haut vollkommen ausgetrocknet war und ein gleiches Hautstück in der Nähe getrocknet keine Gewichtsabnahme mehr gezeigt hatte, ermittelt; von da an verringerte sich die Wassermenge in dem Glase binnen 13 Tagen um drei Gran, obgleich die Oberfläche der Haut von den durch das Trocknen ausgepreßten Fetttröpfchen an vielen Stellen bedeckt war. — In eine 3''' dicke Tafel von Injectionswachs wurde ein rundes Loch von 4,8''' Durchmesser gebohrt und über dieses nach einander verschiedene Stücke Epidermis von der Fußsohle und der inneren Armfläche luftdicht befestigt; dann mit einer kleinen flachen Glasglocke mit abgeschliffenem breiten Rande, in welcher sich ein Schälchen mit concentrirter Schwefelsäure und Bimsstein befand, bedeckt, überall der Verschluß so luftdicht und fest gemacht, daß Luft und Feuchtigkeit nur durch die Epidermis zu der Schwefelsäure dringen konnte. Die Tafel wurde in Wasser so gestellt, daß der Wasserspiegel in dem Loche 1½''' unter der Epidermis stand, oder späterhin nur auf einen Bausch von naß erhaltenem Papier gesetzt, welcher sich drei Linien unterhalb der Epidermis befand. In allen diesen Versuchen fand sich bei den täglichen Wägungen der (täglich erneuerten) Schwefelsäure jedesmal eine Gewichtszunahme derselben, welche nach Verschiedenheit der angeführten Verhältnisse des Experiments, der Temperatur u. a. m. zwischen 0,2 und 0,75 Gran für 24 Stunden variirte, unter ziemlich gleichen Verhältnissen aber gleichförmig sich erwies. Die Gewichtszunahme in den ersten 24 Stunden wurde wegen der Feuchtigkeit, welche der Epidermis noch anhangen konnte oder in ihrem Gewebe sich befand, nicht in Rechnung gebracht, obgleich ein Stückchen der dünneren Epidermis von der Größe, wie das der Verdunstung und Durchdunstnng ausgesetzte, zu Anfange des Experiments nicht einst 0,1 Gran Feuchtigkeit ent-

halten konnte (es verlor durch Trocknen im Sandbade 0,09 Gran an Gewicht). Ungeachtet des kleinen Maßstabes, in welchem diese Versuche nur angestellt werden konnten, um der völlig unverletzten Beschaffenheit der Epidermis gewiß zu sein, gewähren sie doch völlige Sicherheit und erweisen die Unrichtigkeit der Angabe von Sömmerring. — In Betreff der Erscheinungen an Leichnamen ist bekannt, daß die Epidermis die Verdunstung und Austrocknung der unter ihr liegenden Lederhaut und anderer Theile so weit beschränkt, daß diese feucht bleiben, während die von Epidermis entblößten Stellen trocken werden; indessen folgt daraus keineswegs, daß eine Verdunstung durch ihre Dicke hindurch überall nicht stattfinde, wenn gleich diese wegen der Temperatur des Leichnams geringer sein muß als beim lebenden Menschen. Diese Verdunstung, welche eine allmälige Austrocknung der Theile des todten Körpers zur Folge haben muß, findet scheinbar gar nicht Statt, wenn durch rasch fortschreitende faulige Verwesung die Verflüssigung der Gebilde unterhalb der Epidermis stärker ist, als die Verdunstung an ihrer Oberfläche, und letztere durch große Feuchtigkeit der den Leichnam umgebenden Luft noch besonders beschränkt wird: dann lös't sich die Epidermis durch Verflüssigung ihrer tiefen Schicht und der Lederhautoberfläche ab und erhebt sich oft zu mit Flüssigkeit erfüllten Blasen. Dagegen erfolgt unter günstigen Umständen die Verdunstung und Austrocknung der mit Epidermis bekleideten Theile und ganzer Körper in sehr wahrnehmbarer Weise; man kann dieses auf anatomischen Theatern bei der Verfertigung trockner Präparate täglich sehen; man bemerkt es bei am Galgen vertrockneten Menschen, wozu freilich in unserer Zeit kaum noch Gelegenheit sich darbietet, in gewissen Grabgewölben (zu Bremen, Quedlinburg u. a. O.); ich sah es u. a. bei einem Leichnam, der fünf Monate nach erfolgtem Tode in einem großen Heuhaufen entdeckt wurde, in dessen Umgebung das Heu die verdunstete Feuchtigkeit des Körpers aufgenommen hatte; bei einem auf einem trocknen sandigen Kirchhofe begrabenen Leichnam, dessen Sarg an der Außenseite wenig feucht, an der Innenseite aber, gleich dem Todtenhemde und der Oberfläche des Körpers von tropfbarem Niederschlage bedeckt war u. s. w. Widersinnig wäre die Annahme, daß in solchen Fällen die Verdunstung nur aus den natürlichen Oeffnungen des Körpers erfolgt sei, da die Ränder derselben am wenigsten trocken, am meisten durch Fäulniß verändert, dagegen die Extremitäten am vollständigsten ausgetrocknet waren. Auch in Beziehung auf diesen Vorgang habe ich directe Experimente angestellt. Ein Stück sehr blutarmer Haut vom Bauche eines an Verblutung gestorbenen Menschen wurde auf einer Glastafel ausgebreitet, die unverletzte Epidermis nach oben, und mit einer flachen breitrandigen Glasglocke bedeckt, welche ein Schälchen mit Schwefelsäure enthielt, der Rand der Glasglocke mit eingedicktem Copalfirniß verkittet und stark angedrückt, so daß nur durch die Epidermis von der unter ihr ausgebreiteten Lederhaut Wasserdunst in die Glasglocke gelangen konnte, dessen Menge erst vom dritten Tage an, nach Einbringung frischer Schwefelsäure, durch Wägung bestimmt wurde, um der vorgängigen Entfernung der Feuchtigkeit des Gewebes der Oberhaut und des etwa in den Mündungen der Schweißdrüsen noch stockenden Schweißes gewiß zu sein. Von der innerhalb der Glocke befindlichen, 21,66 Linien im Durchmesser haltenden Hautfläche verdunsteten 2,55 Gran und an den folgenden Tagen, als anstatt Schwefelsäure Chlorcalcium in die Glocke gebracht war, 0,95 bis 1,50 Gran binnen 24 Stunden: woraus sich ergiebt, daß auch die todte Haut ausdunstet; die Schwefelsäure röthete sich bei diesen Versuchen. — Wenn

bei einem Lebenden eine kleine mit Blutserum gefüllte Blase der Epidermis, die durch Quetschung, Verbrennung u. s. w. entstanden war, ungeöffnet bleibt, so findet man bekanntlich an ihrer Stelle nach einiger Zeit eine trockne Schuppe, welche dicker ist als die Epidermis und aus dieser und den festen Bestandtheilen des Serums besteht, oder auch, wenn die Blase Blut enthielt, welches meistens innerhalb derselben nicht gerinnt, von vertrockneten Blutkörnchen fast schwarz gefärbt ist. Die Flüssigkeit entweicht mit Zurücklassung der festen Bestandtheile wahrscheinlich ganz oder größtentheils durch Verdunstung; und daß dieses so langsam geschieht, ist nicht allein dem Hinderniß, welches die Epidermis allerdings in nicht geringem Grade der Evaporation entgegensetzt, zuzuschreiben, sondern dem fortdauernden Erguß des Blutserums an der verletzten Stelle der Lederhaut in das Innere der Epidermisblase: ein Erguß, welcher nur cessirt, sobald die letztere bis zum Maximum ihrer Elasticität gespannt ist, und von Neuem eintritt, sobald sie durch Verdunstung oder Oeffnung sich theilweise entleert hat. Wollte man das Verschwinden des Inhalts der Blase lediglich der Resorption zuschreiben, so ist dagegen zu bemerken, daß diese durch den oft sehr fühlbaren Druck der stark gespannten Epidermisblase und ihres Inhalts auf die wunde Stelle des Corium eher gehemmt oder wenigstens sehr beschränkt sein muß; und daß nicht wohl zu begreifen, warum nicht auch die festen Bestandtheile der ergossenen Flüssigkeit, an dieser Stelle so gut wie an anderen, resorbirt werden. — Von der Permeabilität der Epidermis des lebenden Menschen von außen nach innen wird weiter unten die Rede sein.

Nach Erwägung aller dieser Verhältnisse wird man sich der Annahme nicht erwehren können, daß während des Lebens bei dem niedrigsten und mittleren Grade der Hautausdünstung die Evaporation des Secrets der Schweißdrüsen aus den Mündungen der letzteren nur einen geringen Theil des Hautdunstes, ein Achttheil bis zwei Neuntheile, liefert, dagegen eine größere Quantität desselben unmittelbar aus dem unter der Epidermis, in der freien Lederhautfläche circulirenden Blute, die Wände der Capillargefäße durchdringend sich abscheidet, ohne zuvor in einem drüsigen Apparate secernirt zu werden. Die abgeschiedene Flüssigkeit kann zum Theil schon in Dunstgestalt die Epidermis durchdringen, nämlich mit dem kohlensauren Gase der Hautausdünstung verbunden und von der atmosphärischen Luft, welche die Epidermis zu durchdringen vermag (wie die Versuche zeigen, in welchen beide Flächen der Epidermis mit Luft, an der einen Seite mit trockner, an der andern mit feuchter in Berührung stand) berührt und aufgenommen: anderntheils kann sie auf folgendem Wege in die Atmosphäre gelangen. Wegen der bekannten hygroskopischen Eigenschaft der Oberhaut, auch ihrer Hornschicht, imbibirt sie jene Flüssigkeit und wird von ihr durchtränkt, jedoch nur in einem gewissen Grade, indem sie an ihrer inneren Fläche eine geringe Menge Flüssigkeit anschluckt, diese aber festhält und nicht im tropfbaren Zustande auf die äußere Fläche abgiebt, wodurch sie von anderen dünnen thierischen Häuten sich wesentlich unterscheidet, dagegen in dieser Beziehung der Gallerte, dem Kautschuck, dem Thon u. a. sich ähnlich verhält. Vorzüglich gilt letzteres von der Hornschicht der Epidermis und es liegt hierin der Grund ihrer zwar nicht absoluten, aber relativen und im Vergleich zu anderen thierischen Häuten sehr auffallenden Trockenheit, welche als eine Eigenschaft ihres Gewebes und nicht als Folge eines trocknenden Einflusses der Atmosphäre anzusehen ist. Indem nun an der freien Oberfläche der Hornschicht ihr Wassergehalt auf eine physikalische Weise evaporirt und sie

dadurch trockner und zu neuer Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Tiefe her befähigt wird, findet die in der tiefen Epidermisschicht verbreitete Flüssigkeit, so weit sie überhaupt der Verdunstung fähig ist und nicht zur Bildung neuer Kerne und Zellen dieser Schicht verwandt wird, auf leicht begreifliche Weise ihren Ausweg in die Atmosphäre. Daß aber dieser Vorgang vollkommen im Stande ist, einen so großen Antheil des Hautdunstes zu liefern, ergiebt sich aus den oben angeführten Evaporationsversuchen, welche hierunter übersichtlich zusammengestellt werden; die Anzahl der Versuche beträgt 31, die Dauer eines jeden wenigstens 24 Stunden.

A. Verdunstung der natürlichen Feuchtigkeit der Cutis von zwei Leichnamen durch die unverletzte Epidermis:

a. am dritten Tage nach dem Tode, in durch Schwefelsäure getrockneter Luft;

b. dieselbe vom vierten bis sechsten Tage nach dem Tode in durch Chlorcalcium getrockneter Luft;

c. von einem andern Leichnam, vom dritten bis siebenten Tage nach dem Tode, in durch Schwefelsäure getrockneter Luft;

B. Verdunstung durch abgezogene dünne Epidermis, von einem freien Wasserspiegel, der sich 3‴ unterhalb derselben befand, in ziemlich feuchter Zimmerluft.

C. Verdunstung durch abgezogene Epidermis in durch Schwefelsäure getrockneter Luft:

a. dicke Epidermis 1½‴ oberhalb eines freien Wasserspiegels;
b. dieselbe Epidermis 3‴ oberhalb einer Schicht von feucht erhaltenem Papier;
c. dünne Epidermis 3‴ oberhalb der Schicht von feuchtem Papier.

D. Verdunstung durch dicke Epidermis, deren innere Fläche in unmittelbarer Berührung mit Wasser sich befand, in durch Chlorcalcium getrockneter Luft.

Mittel aus den Versuchen	Es verdunsteten durch 1″ □ Epid. bei mittlerer Temperatur von 12°,5 C., binnen 24 St. Gran	Es würden verdunsten durch 15′ □ Epid. bei einer Temperatur von 35° C.	
		binnen einer Minute Gran	binnen 24 Stunden Gran.
A. a.	0,9105	5,1134	7363
A. b.	0,4374	2,4565	3537
A. c.	0,9048	5,0813	7317
B.	2,7267	15,3132	22061
C. a.	6,2250	34 9577	50340
C. b.	3,0294	17,0131	24499
C. c.	3,1035	17,4288	25097
D.	7,3070	41,0355	59090

Diese Zahlen gestatten weder eine unmittelbare Vergleichung unter einander, noch die Ziehung eines allgemeinen Mittels, da die Experimente unter verschiedenen Modificationen angestellt wurden, auch geben sie kein annäherndes Maaß für die Verdunstung von der Haut während des Lebens, da sie, mit Ausnahme von B in künstlich durch Schwefelsäure oder (weniger vollständig) durch Chlorcalcium trocken erhaltener Luft angestellt wurden. Die Versuche unter A mußten wegen der Blutleere der Haut und des Stillstandes der Circulation eine geringere, wegen der Einbringung von Schwefelsäure in den abgesperrten Raum, in welchem die Verdunstung von der

Hautfläche von Statten ging, eine stärkere Verdunstung als von der Haut des lebendigen Menschen ergeben: in welchem Grade diese beiden Verhältnisse einander aufwogen, liegt außerhalb der Berechnung. Das Resultat der Versuche unter D mußte die Verdunstung während des Lebens weit übertreffen, da die Epidermis des Lebenden nicht an ihrer inneren Fläche mit Wasser, sondern nur mit einer feuchten oder höchstens sehr dickflüssigen Substanz (Cytoblastem) in Berührung steht und ihre freie Fläche in einer feuchteren Atmosphäre sich befindet, als die bei den Experimenten trocken erhaltene Luft. Alle Versuche zeigen aber gleichförmig, daß die Epidermis Wasser in Dunstgestalt hindurchgehen läßt, und zwar unter gewissen Umständen in einem Verhältnisse, welches das Maaß der von Seguin gefundenen geringsten und mittleren Hautausdünstung, die nach Abzug der möglichen Verdunstung aus den Mündungen der Schweißdrüsen noch 6600 bis 13000 Gran in 24 Stunden beträgt, um das Vier- bis beinahe Neunfache übertreffen kann.

Dieses führt zu der Untersuchung, ob die von der Epidermis stattfindende physikalische Verdunstung auch einen wesentlichen Antheil an der Bildung des Schweißes nehmen könne, wie man solches vor der Wiederauffindung der Schweißdrüsen als gewiß und unzweifelhaft annahm. Gegenwärtig kann nur zur Frage kommen, ob die so häufig auf der Hautoberfläche wahrnehmbare Flüssigkeit lediglich Product der Schweißdrüsen, also Drüsenschweiß sei, oder ob sie zum Theil aus dem zum tropfbaren Zustande verdichteten Hautdunst, aus Dunstschweiß bestehe. Daß der letztere überhaupt sich bilden könne, lehren die Gesetze der Physik und die täglichen Wahrnehmungen am menschlichen Körper. Dunstschweiß ist die Flüssigkeit, welche an einer, die Haut nicht unmittelbar berührenden Decke, Wachstaffent, Pflaster, Glasplatten u. s. w. schnell in Tröpfchen sich niederschlägt und bei nicht schwitzender Haut größtentheils aus dem Hautdunst der Epidermis, und nur zum geringeren Theile aus dem evaporirenden Drüsenschweiße sich bildet, nach dem Verhältnisse der Quantität dieser beiden Ausscheidungen, wie ich es für die geringeren Grade der Hautausdünstung oben festgestellt habe. Ergießt sich entweder in Folge des erwärmenden Einflusses der Bedeckung oder aus inneren Ursachen eine beträchtliche Menge von Drüsenschweiß auf die Hautoberfläche, so hört die Verdunstung von der, mit Drüsenschweiß weniger oder mehr überzogenen Epidermis theilweise oder gänzlich auf, und der nunmehr an der Bedeckung oder etwa an den Haaren in einiger Entfernung von der Hautoberfläche sich bildende Niederschlag gehört größtentheils oder gänzlich dem evaporirenden Drüsenschweiße an und kann als Drüsenschweißdunst bezeichnet werden. — Daß aber auch an freiliegenden, unbedeckten Hautstellen sich Dunstschweiß bilden könne, ist nicht zu verkennen. Die ganze Oberfläche des Körpers ist stets von einer Schicht Wasserdunst umgeben, welche, wie ich an warmen aber nicht schwitzenden Hautstellen finde, in einer Entfernung von 1½''' von der Epidermis noch eine Temperatur von 78⁰,3 F. = 25⁰,7 C. hat, bei welcher Temperatur die Kugel des Thermometers zuweilen noch beschlägt; es muß daher angenommen werden, daß die Luftschicht unmittelbar über der Epidermis von derselben Temperatur sei, wie die Epidermis freiliegender, vor starken Luftströmungen geschützter Hautstellen selbst, die ich zwischen 33⁰,5 und 35⁰ C. finde, und wenn nicht zu jeder Zeit, doch sehr oft vollkommen mit Wasserdunst gesättigt sei: daß daher die geringste Abkühlung unter diese Temperatur schon einen Niederschlag bewirken müsse, es möge dieser wahrnehmbar sein oder nicht; und daß dieser Nie-

derschlag um so stärker sein müsse, wenn die Dunstschicht durch Ruhe, Bedeckung mit lockeren Geweben oder Haaren und wegen eines größeren Wassergehaltes einer warmen Atmosphäre, eine größere Höhe oder Mächtigkeit erreicht hat und auch in ihren oberen Schichten der Dunstsättigung näher gekommen ist. In der That fühlt auch eine empfindliche, warme aber nicht schwitzende Haut augenblicklich den Eindruck einer Feuchtigkeit, wenn sie von einem Luftzuge plötzlich abgekühlt wird, welcher Eindruck aber alsbald wieder verschwindet, weil eben der Luftstrom den Niederschlag sogleich wieder in Dunstform aufnimmt und zugleich durch die Abkühlung die Verdunstung von der Epidermis selbst für eine kurze Zeit beschränkt wird; daher es auch nicht gelingt, durch das Mikroskop von der Entstehung äußerst kleiner Tröpfchen sich zu vergewissern. Wenn man durch starke Bewegung in kalter, stiller und trockner Luft den Körper erwärmt und die Hautausdünstung ohne Erregung von wahrnehmbarem Schweiß vermehrt hat, so erfährt man beim Stillstehen die Empfindung eines leichten Schweißes, der sich nur aus dem Hautdunst wegen der Temperaturdifferenz zwischen ihm und der Atmosphäre niederschlagen kann; dagegen letzterer vorhin, während der Bewegung, ungeachtet der niedrigen Temperatur der Atmosphäre, dennoch von den durch die Bewegung stets erneuerten trocknen Luftströmen aufgenommen wurde, also eine gewisse, zur Bildung eines fühlbaren Niederschlages erforderliche Dichtigkeit und Mächtigkeit nicht erreichen konnte. Der Umstand, daß zuweilen Körpertheile, die mit weniger Schweißdrüsen begabt sind, unter gleichen Umständen stärker schwitzen als andere drüsenreichere, — die Erfahrung, daß mancherlei Einflüsse Schweiß hervorbringen, welche die Thätigkeit der Drüsen zu erregen im Allgemeinen nicht geeignet sind, — der plötzliche Ausbruch partieller Schweiße nach Gemüthserregungen, welchen man etwa dem Aufsteigen der Schamröthe vergleichen könnte und diese auch zuweilen begleitet, oder nach gewissen Reizungen des Geschmacks und anderer Sinne — und noch mehre andere Verhältnisse, unter welchen Schweiß erscheint, lassen sich auf eine durch Congestion und vermehrte Wärmeentwicklung vermittelte, stärkere Entwicklung und entsprechende Verdichtung des Hautdunstes beziehen, ohne indessen andere Erklärungsweisen gänzlich auszuschließen: vielleicht wäre auch die von Moser hervorgehobene Erscheinung der stärkeren Bethauung erleuchteter Oberflächen mit dem auffallend stärkeren Schwitzen der von der Sonne beschienenen Körpertheile zu parallelisiren, wenn man einen Maaßstab für die gleichzeitige Erregung der Haut und vermuthlich auch der Schweißdrüsen durch die Sonnenwärme und das Sonnenlicht hätte.

Indessen lehrt eine genauere Würdigung der bis jetzt gesammelten, die Hautausdünstung betreffenden Erfahrungen und Versuche, daß die Bildung eines Dunstschweißes ohne gleichzeitigen Erguß von Drüsenschweiß nur in einem sehr dürftigen quantitativen Verhältnisse und nur ohne Entstehung von dem bloßen Auge sichtbaren Schweißtropfen stattfinden kann, daher er auch, wenn er sich bildet, doch nur sehr vorübergehend erscheint und sogleich wieder von der Atmosphäre aufgenommen wird. Wenn eine Wasserfläche von einem Quadratzoll, bei einer der Oberfläche der Epidermis gleichen Temperatur von 35° C. und mittlerem Barometerstande, nur 0,1675 Gran Wasserdunst in einer Minute abgiebt und dieser mit einer kälteren, mit Wasserdunst bereits gesättigten Atmosphäre von etwa 15° C. Temperatur zusammentrifft, so erfolgt durch Vermischung der Luftschichten von verschiedener Temperatur und Wassergehalt ein tropfbarer Niederschlag von

0,1289 Gran, oder wenn man das höchste Maaß der Verdunstung nach Dalton bei völliger Trockenheit der Atmosphäre annehmen wollte (was hier unstatthaft ist), nämlich 0,3758 Gran auf einen Quadratzoll in einer Minute, ein Niederschlag von 0,2892 Gran. Diese Wassermenge könnte auf der Epidermis wegen der Unebenheiten ihrer Oberfläche nicht gleichförmig verbreitet sein, sondern müßte sich in den kleinen Vertiefungen zwischen den Papillen zu Tröpfchen ansammeln. Giebt man diesen eine dem bloßen Auge sehr gut sichtbare und den Schweißtröpfchen in den Mündungen der Drüsen beim gelinden Schwitzen ungefähr gleiche Größe von $1/_{15}'''$ Durchmesser bei halbkugelförmiger Gestalt, so würden sich 61 oder 137 solcher Tröpfchen auf einer Quadratlinie zeigen, diese aber, da viele derselben sich berühren müßten, zu größeren Tropfen zusammenfließen. Wenn daher die Verdunstung von der Epidermis des lebenden Menschen in demselben Verhältnisse stattfände, wie von einer freien Wasserfläche, einem völlig durchnäßten Gewebe oder einer mit Wasser überall benetzten Haut, so könnte schon unter den gewöhnlichen Temperaturverhältnissen sehr wohl ein sichtbarer, sogar reichlicher Dunstschweiß sich bilden und noch mehr, wenn der Hautdunst bei einer, etwa durch äußere Wärme erhöheten Temperatur der Haut aufstiege. Dieser Vorgang findet aber auf der lebenden Haut nicht in dem geschilderten Maaße Statt, wie sogleich gezeigt werden soll: und können jene Daten nnr einen ungefähren Anhaltspunkt geben für das Maaß des verdunstenden Drüsenschweißes, wenn er bereits die ganze Haut bedeckt hat, und des aus dem Drüsenschweißdunste erfolgenden Niederschlages, welcher die Masse des auf der Haut schon ergossenen und verbreiteten Secrets jedesmal vermehren wird, wenn die Temperatur der Atmosphäre geringer ist als die des Drüsenschweißdunstes, und wenn die Dunstschicht über der Haut wegen der concaven Gestalt der Körperstelle und durch Bedeckung mit Geweben, Watten, Haaren u. a. mehr zusammengehalten und gegen Strömungen einer trocknen Luft geschützt wird. Daher kommt es, daß bei allgemeinen Schweißen eine größere Menge desselben an gewissen Körperstellen ergossen zu werden scheint, welche keineswegs durch einen größeren Reichthum von Schweißdrüsen sich besonders auszeichnen, z. B. unter den Kopfhaaren, in den Oberschlüsselbeingruben des Halses, im Busen, zwischen den Schulterblättern, in den Weichen u. s. w. — Im lebenden Körper evaporirt aber (wenn man sich an die Bestimmungen von Seguin hält) von einem Quadratzoll der Haut, nach Abzug der Verdunstung von den Enden der Schweißsäulchen in den Ausführungsgängen der Schweißdrüsen (S. 160), bei dem mittleren Stande der Hautausdünstung eine Quantität von nur 0,004237 Gran binnen einer Minute und zwar erfolgt diese Verdunstung bei einer Temperatur von 35° C.: bei dem Maximum der Hautausdünstung aber 0,008003 Gran, oder wenn man dabei eine gleichzeitige Vermehrung der Lungenausdünstung nicht statuirt, doch nicht mehr als 0,009892 Gran. Wird das letztgenannte möglichst größte Verdunstungsproduct einer ganzen Minute als in seiner größten Dichtigkeit angenommen und durch Vermischung mit einer mit Wasserdunst beladenen Atmosphäre von 35° bis zu 15° C. abgekühlt, so erfolgt aus derselben unter den günstigsten Umständen ein Niederschlag von nicht mehr als 0,007613 Gran Dunstschweiß auf den Quadratzoll, welcher nur 521 halbkugelförmige Tröpfchen von $1/_{15}'''$ Durchmesser oder 3 bis 4 Tröpfchen auf eine Quadratlinie (genauer 18 Tröpfchen auf 5 Quadratlinien) bilden würde, wenn es nicht völlig unmöglich wäre, daß die auf einer Fläche von einer Quadratlinie niedergeschlagene

Flüssigkeit nur an drei oder vier Stellen zu einem Tropfen sich sammele. Nehmen wir an, daß sie in nicht mehr als 20 Tröpfchen zusammenfließe, so würden diese einen Durchmesser von $1/_{27}'''$ haben, also bei ihrer Durchsichtigkeit nicht leicht mit bloßem Auge und selbst mit dem Mikroskop nur bei großer Aufmerksamkeit wahrnehmbar sein; auf keinen Fall aber als ein solcher Schweiß sich bemerkbar gemacht haben, der Seguin veranlassen konnte, die Kleider abzulegen, um ihn vor der Wägung schneller abdunsten zu lassen. Dazu kommt noch, daß die Verdunstung von 0,009892 Gran eine Temperatur der Haut und der verdunstenden Flüssigkeit von mehr als 51° C. erfordern würde, wenn bei einer Temperatur von 35° dieselbe Hautfläche 0,004237 Gran abdunsten läßt: ein Wärmegrad, welcher niemals an der Haut selbst beobachtet worden; und wenn er ihr durch Berührung von heißen Körpern oder erhitzter Luft mitgetheilt würde, ein unerträgliches Gefühl erregen, auch zu seiner Verminderung nicht das oben angeführte Maaß der Hautausdünstung, sondern einen profusen Erguß und Verdampfung des Drüsenschweißes erfordern und bedingen müßte. —

Sonach ergeben sich als endliches Resultat dieser Untersuchung folgende Sätze:

Bei dem geringeren und mittleren Stande der Hautausdünstung, ohne einen dem bloßen oder schwach bewaffneten Auge sichtbaren Schweißerguß, erfolgt dieselbe größtentheils durch Verdunstung von der Oberfläche der Lederhaut durch das Gewebe der Epidermis hindurch; und nur zu einem geringen Theile, höchstens zu zwei Neuntheilen der ganzen Hautausdünstung, durch Verdunstung des die Mündungen der Schweißdrüsen ausfüllenden Schweißes.

Der Schweiß ist lediglich ein Secret der Schweißdrüsen, aus welchen er in sehr variabler Menge hervorquellen kann: bei gehinderter Evaporation kann er sich reichlicher auf der Haut ansammeln und seine Quantität vermehrt erscheinen, wenn der bereits verdunstete Theil desselben nahe oberhalb der Haut verdichtet und wiederum tropfbar niedergeschlagen wird. —

Nach diesen Erörterungen läßt sich übersehen, welche Bedeutsamkeit für den ganzen Organismus theils der Erzeugung des Hautdunstes, theils der Secretion des Drüsenschweißes, theils beiden zugleich zugeschrieben werden muß. Bekanntlich bewirken beide eine Regulirung der Temperatur des Körpers und eine Eliminirung gewisser Substanzen aus der Blutmasse, jede indessen in sehr verschiedenem Maaße.

Daß zu der Ableitung der durch den fortdauernden Verbrennungsproceß, wenigstens größtentheils, erzeugten Eigenwärme des Körpers und ihrer Erhaltung auf einem, unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen sehr constanten Temperaturgrade, die Hautausdünstung im weiteren Sinne, ein Wesentliches beitrage, ist fast allgemein anerkannt; und beruht diese Annahme sowohl auf dem physikalischen Erfahrungsgesetze, nach welchem alle Körper, an deren Oberfläche eine Verdunstung erfolgt, sich abkühlen, als auf dem Resultate der an lebenden Körpern angestellten Beobachtungen. Denn diese ergeben, daß unter allen oben angeführten Verhältnissen, welche einen lebhafteren Verbrennungsproceß unter den Erscheinungen einer beschleunigten und vermehrten Circulation, Respiration, Assimilation und Stoffwechsel bewirken, oder die Abkühlung durch Mittheilung der Körperwärme an die Atmosphäre beschränken, eine stärkere, in vielen Fällen nach dem Gewichte bemessene Hautausdünstung stattfindet, unter den entgegengesetzten Verhältnissen aber das Gegentheil erfolgt. Natürlich wird bei den

gewöhnlichen Temperaturgraden der Atmosphäre im gemäßigten Klima, welche beträchtlich unter dem der Eigenwärme des Körpers stehen, die erforderliche Abkühlung größtentheils durch unmittelbare Mittheilung der Wärme an die umgebenden gasförmigen, liquiden und soliden Körper vermittelt, und die Bildung des Hautdunstes durch Evaporation aus der Epidermis und den Mündungen der Schweißdrüsen trägt nur ein verhältnißmäßig Geringes zu derselben bei: ja dieser verhältnißmäßige Antheil verringert sich noch mehr, wenn bei sehr niedriger Temperatur der Atmosphäre einer zu beträchtlichen Abkühlung durch besondere Verstärkung der Quellen der Eigenwärme — sei es nun durch vermehrte Zufuhr des Verbrennungsmaterials und intensivere Respiration, oder durch Erregung des Nervensystems und andere Vorgänge, welche unter anderen Umständen zugleich die Hautausdünstung merklich vermehren würden — entgegengewirkt werden muß. Dagegen zeigt sich der abkühlende Effect der Hautausdünstung in wärmerer Atmosphäre, welche ohne Hülfe der Evaporation nur einen geringeren Theil der Eigenwärme des Körpers aufnehmen kann, durch vermehrte Verdunstung aus der Epidermis und durch Erguß von Schweiß, dessen Tröpfchen und Tropfen eine größere Verdunstungsfläche darbieten. In letzterer Hinsicht hat man den menschlichen Körper mit den sogenannten Alcarazzas verglichen, deren poröse Wände von dem in ihnen enthaltenen Wasser in sehr kleinen Tröpfchen durchdrungen werden; durch Verdunstung dieser Tröpfchen erfolgt eine beträchtliche Abkühlung der Wände des Kruges und der ihn anfüllenden Wassermasse selbst. Aber auch wenn der Schweiß nicht verdunsten kann, z. B. im sehr warmen Wasserbade oder im Dampfbade, muß er bei seiner Ausscheidung aus dem Blute, als eine dünnere Flüssigkeit, Wärme binden, diese dem Blute entziehen und bei seiner Ausleerung aus dem Körper entfernen, freilich in sehr viel geringerem Grade als wenn er evaporiren kann; daher im Dampfbade das Bedürfniß der Abkühlung sich weit früher einstellt, als in einer viel wärmeren trocknen Luft und u. a. Berger im Dampfbade von 41 bis 53° C. nur 12½ Minute, in einem Trockenofen von 87° sechszehn Minuten verweilen konnte. Daß bei dem längeren Verweilen des menschlichen Körpers in einem Medium von höherer Temperatur als seine eigene, letztere beinahe unverändert sich erhält, wenn sie von der des Medium nur um wenige Grade übertroffen wird, wie solches z. B. in heißen Klimaten und an heißen Sommertagen der gemäßigten Zone stattfindet, ist gewiß nur zum geringeren Theile einer Beschränkung des wärmeerzeugenden Verbrennungsprocesses (durch Ruhe, durch Athmen einer verdünnten, in gleichen Raumtheilen ein geringeres Maaß von Sauerstoffgas enthaltenden Atmosphäre, vielleicht auch durch seltnere und weniger tiefe Athemzüge) — dagegen größtentheils dem unter diesen Umständen außerordentlich verstärkten Erguß von Schweiß und der Evaporation desselben zuzuschreiben. Derselben Ausscheidung verdankt der lebendige Organismus das Vermögen, eine beträchtlich höhere Temperatur der Luft unter langsamer und verhältnißmäßig geringer Steigerung der Eigenwärme ertragen zu können. Wenn Delaroche und Berger im Dampfbade von 37 bis 48° C., in welchem sie, mit Ausschluß des Kopfes, 15 bis 17 Minuten verweilten, eine Temperaturerhöhung von 1°,87 bis 3°,12 in der Mundhöhle beobachteten, so dürfte man allenfalls supponiren, daß die Haut wirklich die Temperatur des Dampfbades angenommen, diese aber binnen der kurzen Zeit nicht den Körpertheilen außerhalb des Dampfbades sich mitgetheilt hätte, da es bekannt ist, wie langsam das Innere des Körpers

die Temperatur des äußeren Medium annimmt, wie mehrere Stunden vergehen, bevor nach dem Tode das Innere des Körpers bis zur Lufttemperatur sich abkühlt und bevor ein zur Injection bestimmter Körper in warmem Wasser hinlänglich durchwärmt ist. Wenn aber dieselben Beobachter im Trockenofen bei 80 bis 87° C. nach 8 bis 16 Minuten eine Zunahme der Eigenwärme von nicht mehr als 4°,25 bis 5° in der Mundhöhle beobachteten, obgleich auch diese der unmittelbaren Berührung der heißen Luft ausgesetzt war; wenn Tillet's und Duhamel's Bäckermädchen 128°, Blagden 127° und Berger 109° C. Lufttemperatur, resp. zwölf, acht und sieben Minuten lang, ziemlich wohlgemuth und ohne Spuren von Verbrennung davon zu tragen, aushielten: so ist doch wohl nicht zu bezweifeln, daß schon auf allen den Oberflächen selbst, die mit der heißen Luft in Berührung kamen, eine so starke Abkühlung durch Verdunstung stattfand, daß die Temperatur dieser Oberflächen nur zu einem leicht erträglichen Grade erhöht wurde; um so mehr, als einer derselben Beobachter, Berger, im Dampfbade, also bei gehinderter Evaporation, nur bis zu 53° C. auszuhalten vermochte. Andere Versuche von Delaroche und Berger zeigen, daß die Abkühlung durch Verdunstung bei lebendigen und leblosen Körpern ungefähr nach gleichem, nur durch die organischen Processe modificirtem Maaßstabe vor sich geht: ein Alcarazza, zwei feuchte Schwämme und ein Frosch, sämmtlich auf eine Temperatur zwischen 37 und 40° C. gebracht, erhielten sich auf dieser Temperatur zwei Stunden lang in einem auf 52 bis 61° erhitzten Trockenofen, also 15 bis 21° unter der Temperatur des umgebenden Medium: unter gleichen Umständen, aber bei einer Hitze des Ofens bis zu 87° C., hatte ein Kaninchen, wegen der fortdauernden Erzeugung von Eigenwärme, eine um 2°,5 höhere Temperatur als der Alcarazza bis zu seinem Tode behauptet.

Da nun nach unbestrittenen physikalischen Gesetzen die Verdunstung nothwendig die Abkühlung der feuchten oder flüssigen Masse, aus welcher die Verdunstung stattfindet, zur Folge hat und nach feststehenden Erfahrungen über das Maaß der von einer gewissen verdampften Wassermenge absorbirten Wärme angenommen werden muß, daß die Temperatur der Oberfläche der Haut eines Erwachsenen durch eine Verdunstung von im Mittel 10,465 Gran in der Minute, bis zu einer Tiefe von $1/10'''$ um wenigstens 1° C. binnen der genannten Zeit sich erniedrige: so kann die neuerlich von R. Willis[1]) und weniger schroff auch von Anderen ausgesprochene Behauptung, daß die Hautausdünstung zur Abkühlung der lebendigen Körper gar nichts beitrage, nur befremden. Willis führt zur Begründung seiner Meinung an: 1) daß die Temperatur der Thiere in einem auf 50 bis 54° C. erhitzten Raume bald um 5 bis 9° über ihre normale Eigenwärme sich erhöhe und dann der Tod erfolge; 2) daß die rasche Verminderung oder Unterdrückung der Hautausdünstung eine Erhöhung der Körperwärme nicht zur Folge habe: denn in allgemeinen Wassersuchten, bei welchen eine merkliche Verminderung dieser Ausscheidung stattfinde, sei eine eisige Kälte über den ganzen Körper verbreitet; und nach den Versuchen von Becquerel und Breschet sinke die Temperatur des Körpers der Thiere, die mit einem luftdichten Firniß überzogen worden, sehr beträchtlich und der Tod erfolge nach drei bis vier Stunden. — Diese Einwürfe sind äußerst schwach. Der erste derselben erweiset nicht mehr, als daß eine um etwas mehr als das

---

1) L'Institut 1843. Nro. 515.

Doppelte gegen das normale Verhältniß gesteigerte Verdunstung noch nicht hinreicht, um die viel beträchtlichere Abkühlung, wie solche durch unmittelbare Aufnahme der Körperwärme von einem kälteren Medium stattfindet, zu ersetzen, einen Theil der in dem Körper des Thieres erzeugten Wärme abzuleiten und die allmälige Erhöhung seiner Temperatur zu verhindern. Die bei diesen Experimenten beobachteten Variationen hinsichtlich der Zeit des Todes, von 24 Minuten bis zwei Stunden, und der Temperatur der inneren Körpertheile zu dieser Zeit, welche die normale Eigenwärme um 2°,5 bis 3° übertrifft, hangen zwar von mancherlei verschiedenen, hier nicht weiter zu erörternden Verhältnissen ab, zum Theil aber wohl schon von der Größe des Thieres, da ein kleines schneller bis in sein Inneres hinein erhitzt werden muß, als ein großes. Der zweite Einwurf supponirt ein nothwendiges und unabänderliches Wechselverhältniß zwischen Hautausdünstung und Eigenwärme, ohne zu berücksichtigen, daß beide Lebensäußerungen von den Processen der Respiration, Circulation, Stoffwechsel und den Thätigkeiten des Nervensystemes abhängig sind und sehr wohl gleichzeitig gestört und beschränkt sein können. Daß solche Störungen der wichtigsten Processe bei allgemeinen Wassersuchten stattfinden, bedarf kaum der Andeutung: außerdem ist die von Willis als allgemein gültig hingestellte Behauptung incorrect, indem zwar in vielen, jedoch auch nicht in allen Fällen allgemeiner Wassersucht der Kranke über ein Kältegefühl klagt, nicht merklich schwitzt (obgleich eine Verminderung des unsichtbaren Hautdunstes bis jetzt nicht durch Messung oder Wägung nachgewiesen ist), auch seine gespannte, höchst blutarme Haut der aufgelegten Hand und dem Thermometer eine geringere als die normale Wärme anzeigt: dennoch aber die inneren Körpertheile und das abgezapfte Wasser die normale Temperatur darbieten, also von einer allgemeinen Verminderung der Eigenwärme nicht die Rede sein kann. In den Versuchen von Becquerel und Breschet wurden Kaninchen überall rasirt und mit einem luftdichten Firniß überstrichen: ihre Eigenwärme verminderte sich binnen einer halben bis ganzen Stunde von 38° auf 24,5 bis 22° C., ja bei einer Lufttemperatur von 17° sogar auf 20° C. Die Verhinderung der Verdunstung hätte vielmehr die Temperatur der Kaninchen um ein Geringes erhöhen sollen; dennoch erscheint die Schlußfolgerung, daß die Unterdrückung der Hautausdünstung die Eigenwärme so bedeutend verringert habe, höchst gewagt, da offenbar das Experiment noch ganz andere organische Processe in Unordnung brachte. Durch dasselbe wurden die Kaninchen in einen kranken Zustand versetzt, der nach einigen Stunden den Tod herbeiführte; und an dem, diesen Zustand begleitenden Sinken der Körperwärme hatte gewiß die Hemmung der Ausscheidung von Wasser, Kohlensäure und vielleicht der anderen uns noch unbekannten Bestandtheile des Hautdunstes wesentlichen Antheil; die Temperaturerniedrigung selbst aber ist wahrscheinlich zum größeren Theile der Ableitung und Ausstrahlung von Wärme aus dem Körper des Thieres zuzuschreiben, welches seiner gegen die Berührung kälterer Körper schützenden Bedeckung und der von dieser zusammengehaltenen warmen Luftschicht, unter welcher nur die Eigenwärme auf dem Normalgrade sich erhalten konnte, wenn nicht zugleich die Erzeugung derselben besonders verstärkt wurde, durch die Operation des Rasirens völlig beraubt war. Da diese Abkühlung auf der nackten Haut wegen der bedeutenden Differenz der Körper- und Lufttemperatur sehr rasch vor sich gehen mußte, da außerdem die Thiere durch die Procedur überhaupt, auch durch den klebrigen Firniß auf der ganzen Hautfläche, gewiß in einen höchst unbehaglichen Zustand versetzt und

ihre Respiration und Circulation sehr geschwächt waren, so mußte wohl gegen diese große physiologische Störung der Wärmeerzeugung der an sich ziemlich geringe Effect der Hemmung der Verdunstung auf der Körperoberfläche gänzlich verschwinden. Rathsam wäre es gewesen, zugleich an anderen Kaninchen die Wirkung des frostigen Experiments ohne Anwendung des Firnisses zu beobachten, oder das mit Firniß überzogene Thier in einem Medium von 38° zu erhalten. Es ist dabei zu bemerken, daß das auch im erwachsenen Zustande gegen kühle Luft ziemlich empfindliche Kaninchen dasjenige Thier ist, welches in den ersten Tagen nach der Geburt aus seinem Lager genommen, besonders rasch und stark erkaltet, in viel höherem Grade, etwa im Verhältniß von 2,5 : 1, als junge Hunde und Katzen[1]): und nicht zu vergessen, daß die sinnlich wahrnehmbaren Ergebnisse der über die Eigenwärme der Thiere angestellten Experimente mit um so größerer Vorsicht zu beurtheilen sind, als bei mehreren derselben (u. a. bei den Winterschläfern) Erscheinungen vorkommen, welche in den gangbaren Erklärungen und Vorstellungen über die Erzeugung der thierischen Wärme noch nicht ihre Erläuterung gefunden haben. Uebrigens steht den Experimenten von Becquerel und Breschet eine Reihe von dreizehn Versuchen, an Kaninchen, Meerschweinchen und Tauben von Delaroche[2]) angestellt, entgegen, in welchen die Evaporation durch Haut und Lungen durch Umgebung mit Wasserdampf gehindert, das Medium aber möglichst genau auf der Temperatur des Thieres vor dem Beginne des Versuchs erhalten wurde, so daß eine gegenseitige Mittheilung oder Ableitung von Wärme nicht stattfand. Auch bei diesen Versuchen litten die Thiere sehr und kamen dem Tode nahe; ihre Eigenwärme aber stieg binnen 39 bis 75 Minuten um 1°,3 bis 5°,8 C.

Von viel größerer Wichtigkeit als die verhältnißmäßig geringe Abkühlung der Körperoberfläche und des in ihr rinnenden Blutes ist die durch die Hautausdünstung beschaffte Ausscheidung der S. 145 ff. aufgeführten Stoffe aus der Blutmasse, deren Menge bei einem Erwachsenen an Wasser beinahe 31 Unzen, an extractiven Materien, Fett, freien Säuren, milch- und essigsauren Salzen und Salmiak $2\frac{1}{2}$ Drachmen, an Chlornatrium, Chlorkalium, Eisenoxyd, phosphorsaurem Kalk (und schwefelsauren Alkalien?) nahe an 50 Gran, binnen 24 Stunden betragen wird. Unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen wird durch den Hautdunst der größere Theil jener Wassermenge, Kohlensäure, Stickstoffgas, Essigsäure und Buttersäure aus der Blutmasse ausgeschieden und von der Atmosphäre aufgenommen: der Drüsenschweiß excernirt eine geringere Menge der genannten Bestandtheile, welche als Schweißdunst sich verflüchtigen; ferner die Milchsäure, die Salze und Extracte, das Eisenoxyd und das Fett, welche auf der Epidermis sich ansammeln und nur durch Reiben und Waschen entfernt werden können, woraus sich die Entstehung schmieriger und klebriger oder mehr trockner, übelriechender Massen, welche ungereinigte Stellen der Haut bedecken und aus den genannten Stoffen und ihren Zersetzungsproducten, nebst abgestoßenen Epidermiszellen und an den meisten Stellen nebst dem Secret der Talgdrüsen bestehen, leicht erklärt. Weßhalb diese Massen eine gelbbräunliche bis schwärzliche Färbung annehmen, ist noch nicht genügend nachgewiesen. Die uns noch unbekannten, gewiß großentheils flüchtigen und riechenden Substanzen, welche außer jenen zu jeder Zeit in der

[1]) Edwards a. a. O. S. 613—617.
[2]) Journal de physique, de chimie etc. Tom. LXXI. Oct. 1810.

Hautausdünstung enthalten sind, so wie die durch den Genuß von Alkohol und gewürzhaften Nahrungsmitteln zufällig in die Blutmasse gelangten und in der Hautausdünstung durch den Geruch wahrnehmbaren Stoffe sind wahrscheinlich, wegen ihrer Flüchtigkeit, zum größeren Theile an den Hautdunst, zum geringeren Theile an den Drüsenschweiß gebunden. Dasselbe gilt von den flüchtigen Bestandtheilen oder Zersetzungsproducten der Arzneien, welche in der Hautausdünstung wieder zu erkennen sind, wie denn solches von der Valeriana, Asa fötida, Moschus, Castoreum, Camphor, Safran, Opium, Schwefel, Jod u. a. m. beobachtet worden: dagegen der Drüsenschweiß nach dem reichlichen Gebrauche von Rhabarber oder Indigo und Cyaneisen eine gelbe oder blaue Farbe, von Chinin einen bittern Geschmack angenommen haben soll. Angaben dieser Art sind schon wegen der Schwierigkeit, den der Kleidung anhangenden Geruch, den der Lungenausdünstung und den der Hautausdünstung abgesondert zu percipiren und zu unterscheiden, mit Vorsicht aufzunehmen.

Daß die fortdauernde Eliminirung aller bis jetzt chemisch nachgewiesenen flüssigen und festen Bestandtheile des Hautdunstes und Drüsenschweißes von wesentlichem Einflusse auf die Composition der Blutmasse und die von dieser abhängigen organischen Processe sein muß, ist unbedenklich anzuerkennen und wird durch die in Folge der Störung dieser Ausscheidung auftretenden Krankheitserscheinungen nur bestätigt, wenn gleich wir uns von dem Effect diese Secretionsstörung auf einzelne Lebenserscheinungen nur eine ungefähre, aus der Quantität und Qualität des Excrets im Allgemeinen abzuleitende Vorstellung machen dürfen und in Hypothesen uns verlieren würden, wollten wir diesen oder jenen besonderen Krankheitszustand, den wir einer Störung der Hautausdünstung zuschreiben, durch die Zurückhaltung einer so geringen Menge der einen oder anderen extractartigen Materie, Säure oder Salzverbindung erklären. Neuerlichst glaubt R. Willis die Entdeckung gemacht zu haben, daß die Ausscheidung von Salzen u. a. Stoffen durch die Hautausdünstung keine Berücksichtigung verdiene und daß nur die des Wassers von Bedeutung sei, indem diese durch Verdickung des von der Haut zurückkehrenden Venenblutes dasselbe befähige, den Ueberschuß des Plasma, welches durch die Arterienwände dringend die Gewebe durchtränkt habe, auf dem Wege der Endosmose in sich aufzunehmen und somit den Geweben, zwischen welchen es auf seinem Wege zu dem Herzen hinströme, Wasser zu entziehen. Wenn man nun gern und unbedingt zugesteht, daß die Hautausdünstung, gleich den übrigen wasserhaltigen Excretionen und der Lungenausdünstung, aus der ganzen Blutmasse Wasser entferne, so vermißt man in jener beschränkten Ansicht die Berücksichtigung der außer der Endosmose und Exosmose existirenden Momente, welche die Durchdringung der Flüssigkeiten durch die Gefäßwände in entgegengesetzten Richtungen bedingen; des Umstandes, daß schon in den Arterienendigungen durch das Austreten eines Theils des Liquor sanguinis das Blut an Dichtigkeit zunehmen muß, und daß bei der großen Schnelligkeit der Circulation die Masse des während einer einzelnen Umkehr der Blutströme in der Haut abgeschiedenen Wassers nur viel zu gering sein kann, um den Wechsel einer exosmotischen Richtung in eine endosmotische zu bedingen: so wie denn bei dieser Betrachtungsweise, in welche auch die Thätigkeit der Lymphgefäße hineingezogen wird, mehrere Vordersätze noch der Begründung bedürftig bleiben. — Es ist überhaupt wahrscheinlich, daß die Ausscheidung gerade derjenigen Bestandtheile der Hautausdünstung, welche wir noch nicht näher

kennen, von der größten Bedeutung ist. Die Fälle gehören nicht zu den Seltenheiten, in welchen ein Mensch eine sehr kurze Zeit lang einer Erkältung ausgesetzt war, nach welcher er durch stärkere Bewegung, Erwärmung von außen u. s. w. sowohl seine Eigenwärme, als seine Hautausdünstung nicht nur auf den Normalgrad zurückführte, sondern weit über diesen erhöhete, etwa reichlich schwitzte: derselbe dennoch innerhalb dreier Tage von einem katarrhalischen oder rheumatischen Uebel befallen wird, für dessen Entstehung eine andere Veranlassung, als jene sehr vorübergehende Erkältung, gar nicht nachzuweisen ist. Angenommen, die Hautausdünstung sei eine Stunde lang gänzlich unterdrückt gewesen und diese Unterdrückung nicht sogleich durch eine andere vicariirende Se- und Excretion ausgeglichen worden: so würden an bekannten Stoffen, die während dieser Zeit hätten ausgeschieden werden sollen, nunmehr 619,1 Gran Wasser und 8,8 Gran feste Bestandtheile in der Blutmasse zurückgeblieben und letztere selbst um diese geringe Quantität vermehrt worden sein; das specif. Gewicht der Blutmasse würde um 0,0001 sich verringert, in ihrem Mischungsverhältnisse würde das Wasser um 0,000516, die Salze und extractartigen Materien um 0,0000025 sich vermehrt haben: nämlich 1000 Theile Blut würden anstatt etwa 782,875 Wasser nunmehr 783,391 Wasser und anstatt 13,080 Salze und Extracte jetzt 13,0825 dieser Substanzen enthalten. Das alles sind Differenzen, welche in die täglich und stündlich vorkommenden, schon durch Einnahme von Trank und Speise herbeigeführten Veränderungen der Composition der Blutmasse eines ganz gesunden Körpers fallen, jedenfalls aber viel geringer sind als die Variationen der besten Blutanalysen, und als krankmachende Potenzen nicht anzuerkennen sind. Eine gehinderte Ausscheidung der Kohlensäure bringt nicht die erwähnten Krankheiten zuwege; an eine nachhaltige Wirkung der vorübergehenden, oft sehr geringfügigen und partiellen Entziehung der Wärme, welche durch die gleich nachher erfolgte stärkere Wärmeentwicklung ausgeglichen wurde, auch an sich unmittelbar weder Katarrh noch Rheumatismus erregt, ist nicht zu denken. Wenn wir daher hier als krankheitserregende Potenz eine materielle, durch Suppression der Hautausdünstung herbeigeführte Veränderung der Blutmasse und deren Einwirkung auf das Nervensystem aufsuchen und nicht mit der Annahme einer noch mehr hypothetischen, rein dynamischen Einwirkung der Erkältung uns begnügen wollen, so bleibt nur übrig, die Zurückhaltung derjenigen Auswurfsstoffe anzuklagen, welche noch nicht auf chemischem Wege durch Analyse des Hautdunstes und Schweißes dargestellt sind: in ähnlicher Weise, wie wir die schweren Affectionen des Hirns nach Suppression der Harnausscheidung dem in der Blutmasse zurückgehaltenen, freilich schon besser bekannten Harnstoff zuzuschreiben pflegen.

Die Wirkung der die Hautausdünstung vermehrenden, sogenannten schweißtreibenden Mittel ist verschieden. Durch den überreichlichen Genuß des Wassers und der wässerigen Getränke wird die Blutmasse mit Wasser verhältnißmäßig überladen, von welchem sie auch auf diesem Wege sich zu befreien sucht: eine mehr verdünnte Beschaffenheit der Blutmasse muß nicht allein die Verdunstung durch die Epidermis erleichtern, als auch den Schweißdrüsen ein reichlicheres und ihrem Secrete homogeneres Material zuführen. Daß nicht nur das genossene Wasser ausgeschieden wird, sondern dieses auch aus dem Blute die etwa vorhandenen, weniger innig gebundenen Salze und andere feste Bestandtheile mit sich hinwegführt, und daß bei der größeren Quantität des Secrets, ungeachtet seiner geringeren Dichtigkeit und spar-

sameren Gehalts an festen Stoffen, eine für eine gewisse Zeit absolut größere Menge der letzteren eliminirt wird, ist nach Analogie der über die Harnsecretion unter solchen Umständen angestellten Beobachtungen anzunehmen, obgleich die directe Nachweisung dieses Verhältnisses hier nicht so leicht als bei dem Harn ist. Der größte Theil der als schweißtreibend im Rufe stehenden Mittel, die ätherische Oele enthaltenden Pflanzen, das Opium, der Camphor, Moschus, das Ammoniak und mehrere seiner Salze, der Alkohol u. a. m. zeichnen sich durch ihre Flüchtigkeit und ihren leichten Uebergang in das Blut aus, daher sie von dem oberflächlichen Capillargefäßnetz aus leicht die Epidermis durchdringen und dem Hautdunst sich beimischen können; indessen kann hierauf ihre Wirkung nicht vorzugsweise beruhen, da sie nicht füglich die Bestandtheile der Hautausdünstung in größerer Menge mit sich zu reißen vermögen. Vielmehr muß ihre Wirkung, gleich der des warmen wässerigen Getränkes, mit welchem sie genommen zu werden pflegen, und der warmen Bedeckungen, in einer allgemeinen Erregung der Circulation und einer durch Nerveneinfluß bewirkten Relaxation des Hautgewebes, die eine reichlichere Aufnahme des Blutes in den Capillargefäßen der Haut zur Folge hat, gesucht werden, Zustände, welche nicht allein eine Vermehrung des Hautdunstes, sondern auch eine verstärkte Secretion der Schweißdrüsen vermitteln. Hinsichtlich der Wirkung der Antimonialien wird man zwischen zweien, in ihren Vordersätzen noch erst zu begründenden Meinungen wählen können, ob sie nämlich eine specifisch erregende Wirkung auf die Drüsen und somit auf die Schweißdrüsen ausüben, oder ob sie durch Lähmung der Blutgefäße längeres Verweilen und selbst Stockung des Blutes in den Capillargefäßen der Haut bewirken und somit eine Bedingung zu einer reichlicheren Ausscheidung erfüllen: nach der letzteren Hypothese würde der durch sie erregte Schweiß denselben Entstehungsgrund haben, wie der bei deprimirenden Gemüthsbewegungen, Ohnmachten und in der Agone ausbrechende.

Auch die pathologischen Veränderungen der Hautausdünstung, welche hier nicht näher betrachtet werden können, leiten auf die große Bedeutsamkeit derjenigen Bestandtheile hin, welche noch nicht chemisch bestimmt worden. Daß in vielen Krankheiten, sowohl zu Anfange derselben als zur Zeit der vermehrten, sogenannten kritischen Ausscheidungen, eigenthümliche Gerüche des Hautdunstes und Schweißes vorhanden sind, ist gewiß; nur werden sie nicht alle und nicht von Allen auf gleiche Weise wahrgenommen. Der Geruch der Hautausdünstung bei den Pocken (schon bei ihrer Eruption und lange vor dem Suppurationsstadium), bei dem Friesel, dem Rheumatismus u. a. m. wird Wenigen entgehen, welche dennoch vielleicht den Geruch des Scharlach nicht wahrnehmen oder in den sauren Gerüchen des Friesel und des Rheumatismus eigenthümliche Beimischungen nicht unterscheiden können. Nur in der individuell verschiedenen Thätigkeit des Geruchorganes und der verschiedenen Richtung, in welcher gute Beobachter ihre Sinne übten, beruhen die Differenzen der Angaben über die Existenz dieser Gerüche und ihrer Aehnlichkeit oder Vergleichbarkeit mit anderen bekannteren Gerüchen: wie sehr wäre ein Mittel zu wünschen, solche Gerüche intensiver und auch einem schwächeren Geruchsorgane erkennbar zu machen, da die Möglichkeit und selbst Wahrscheinlichkeit häufiger Selbsttäuschung nicht geläugnet werden kann, wenn man auch sich hütet, die von den Zersetzungsproducten des Eiters, der Borken u. a. ausgehenden Gerüche mit denen des Hautdunstes zu verwechseln. Die Lungenausdünstung hat bei vie-

len Krankheiten denselben, obgleich oft durch Beimischung sehr versteckten und veränderten Geruch: wer aber nur in der Lungenperspiration die eigenthümlichen Krankheitsgerüche finden will, bedenkt nicht, daß der im vollen Bereiche des Athems seines Kranken stehende Arzt nicht selten einen ganz anderen, durchaus specifischen und gewiß nicht von Excretionen anderer Art herrührenden Geruch wahrnimmt, wenn er die Bettdecke zurückschlägt. Da übrigens, wie oben nachgewiesen, die Epidermis von flüchtigen Stoffen leicht durchdrungen wird und solche auch aus dem tropfbaren Schweiße, an welchen sie gebunden sein konnten, beim Erscheinen desselben an der Oberfläche frei werden: so muß man, wenn man die Existenz von aus dem Blute selbst aufgenommenen, riechenden Effluvien in der Lungenausdünstung anerkennt, solche auch für die Hautausdünstung zugeben.

Diese Hindeutungen auf die Wichtigkeit der einer chemischen Analyse sich entziehenden Auswurfsstoffe in Krankheiten sollen die Bedeutsamkeit der mehr greifbaren Bestandtheile der krankhaften Schweiße, seien sie im gewöhnlichen Sinne kritisch oder nicht, keineswegs verringern, da auch die Ausscheidung einer gewissen Menge von Wasser, Salzen und Extracten nicht gleichgültig sein kann. Nur fehlt es in dieser Beziehung gar sehr an vollständigen und zuverlässigen Beobachtungen, von welchen selbst die eines größeren Vertrauens würdigen höchst vereinzelt stehen. Eine Salzkruste auf der Haut, die aus dem Schweiße sich gebildet hatte, bestand bei einem Wassersüchtigen aus Kochsalz (Prout), bei einem Steinkranken enthielt sie Harnsäure (Wolff); Anselmino[1]) fand in einem kritischen Schweiß beim Rheumatismus Eiweiß, in einem Schweiße nach Podagra mehr Salze als gewöhnlich: die sauren Schweiße bei Rheumatismus, Gicht, im Wochenbett u. a. m. enthalten nach demselben Beobachter mehr freie Säure, Essigsäure oder Milchsäure. Daß der Schweiß von beigemischtem Hämatin blutig gefärbt sein könne, ist nicht zu bezweifeln, obgleich es nur sehr selten sich ereignet. Aus der gelben Farbe und dem bittern Geschmack des Schweißes bei der Gelbsucht hat man auf einen Gehalt an Gallenstoff und Cholepyrrhin geschlossen; auch rothe und blaue Farbstoffe scheinen zuweilen im Schweiße, obgleich seltener als im Harne, vorzukommen; indessen ist in einigen Geschichten von blauem Schweiße gar nicht nachgewiesen, daß die blaue Ablagerung in oder auf der Epidermis Schweiß gewesen. Die Resultate der Analysen von Piutti, in welchen ein Mehrgehalt von höchstens einem Tausendtheil Kochsalz, aber eine große Verminderung der extractartigen Materien gefunden wurde, enthalten offenbar Zersetzungsproducte[2]).

Die Haut als Organ der Auffaugung.

Daß in dem Gewebe der Lederhaut eine lebhafte Absorption stattfinde und die von außen her mit den Wänden der an ihrer Oberfläche vertheilten Capillar- und Lymphgefäße in Berührung gebrachten Substanzen schnell in die Blutmasse gelangen, so weit sie überhaupt von derselben aufgenommen werden können, ist allgemein anerkannt und durch die unzweideutigen Effecte der endermatischen Methode erwiesen. Dagegen ist die Frage, ob auch bei unverletzter Hornschicht der Epidermis eine solche Aufnahme erfolge, keineswegs erledigt und wird von angesehenen Forschern verneint,

---

[1]) a. a. O.

[2]) Vergl. K. W. Stark, allgemeine Pathologie. 2te Abth. F. Simon, medicinische Chemie. Bd. II.

indem sie sich auf die gänzliche Impermeabilität dieser Schicht stützen und die g oßen therapeutischen Wirkungen der Bäder, Umschläge und Einreibungen auf andere Weise zu erklären suchen [1]). Die Entscheidung des Streitpunkts ergiebt sich aber jetzt ohne Schwierigkeit, wenn man bei der kritischen Revision der einander, zum Theil nur scheinbar widersprechenden Erfahrungen, die durch die S. 154 ff. aufgeführten Untersuchungen festgestellten Thatsachen und die daran zu knüpfendeu Betrachtungen im Auge behält. Die Epidermis zeigte sich nämlich durchdringlich gegen Wasserdunst und andere leicht diffusible Flüssigkeiten, Aether, Alkohol, flüchtige Säuren: es ist daher anzunehmen, daß Wasserdunst von höherer Tension als die des Hautdunstes nicht allein die Bildung des letzteren verhindere und die Ausscheidung der ihn zusammensetzenden Stoffe hemme, sondern auch durch die Hornschicht hindurch mit der tiefen Epidermisschicht und dem oberflächlichen Gefäßnetze der Cutis in Berührung trete; und daß nicht minder Kohlensäure und andere Gasarten, Alkohol und Aether, Ammoniak, Essigsäure, Blausäure, flüchtiges Senföl und überhaupt ätherische Oele, und so viele andere flüchtige und riechende Stoffe, deren Einwirkung auf die Hautoberfläche weniger bekannt ist, die Hornschicht der Epidermis durchdringend dem Blute und der Lymphe sich beimischen, ohne dabei den Zusammenhang dieser Schicht aufzuheben, so daß sich in vielen Fällen eine mit Serum sich füllende geschlossene Blase bilden kann. Dabei ist immerhin anzuerkennen, daß auch diesen Stoffen die Hornschicht einen stärkern Widerstand entgegensetzt und eine nur langsamere und mildere Einwirkung auf die Cutis und eine weniger copiöse Aufsaugung gestattet, als das Epithelium der Schleim- und serösen Häute oder die von der Hornschicht entblößte tiefe Epidermisschicht. Der Aufsaugung der auf die Oberhaut gebrachten fixen Säuren und ätzenden Alkalien, welche im concentrirten Zustande die Epidermiszellen selbst oder ihren Zusammenhang auflösen, stehen noch geringere Schwierigkeiten entgegen. Wasser dringt zwar im tropfbaren Zustande nicht durch die Hornschicht, diese schluckt nur ein geringes Maaß desselben an und hält es in ihrem Gewebe fest, aus welchem es nach außen verdunsten kann: bei diesem Verhältnisse ist es denkbar, daß das die Epidermis bedeckende Wasser der Hornschicht mehr Feuchtigkeit mittheile, als diese im normalen Zustande enthält, und daß, wenn bei dem aus irgend einer Ursache geminderten Blutandrange nach der Oberfläche der Cutis, bei gehinderter Ausdünstung eine stärkere Resorption der Feuchtigkeit der tiefen Epidermisschicht stattfindet, auch die von der Hornschicht eingeschluckte Feuchtigkeit in die tiefe Schicht und sodann in die Circulationswege aufgenommen werde. Salze durchdringen die Epidermis nur, wenn sie in Alkohol oder in Aether auflöslich und aufgelös't sind, nicht aber in wässeriger Solution: sollte dessenungeachtet die Absorption einer solchen auf der Oberfläche der Epidermis verbreiteten Auflösung von Seiten der Blut- und Lymphgefäße der Cutis dargethan werden können, so ist sie nur durch Vermittelung des Drüsenschweißes denkbar, indem die Salzauflösung und der in den Mündungen der Schweißdrüsen stehende Schweiß mit einander in Berührung treten und in ihrem Bestreben zu gleichförmiger Mischung ein Theil der Salzsolution in die Hälse der Schweißdrüsen bis unter die Epidermis, möglicher Weise noch tiefer eindringen würde, woselbst das Epithelium der Schweißdrüsen einer weitern Verbreitung der Mischung von Schweiß und Salzauflösung bis zu den Wänden der Gefäße kein Hinder-

[1]) Vgl. den Artikel »Aufsaugung« im ersten Bande dieses Handwörterbuchs S. 72.

niß mehr entgegensetzen kann. Daß auf diesem Wege eine nur einigermaßen beträchtliche Menge des Salzes in den Bereich der aufsaugenden Gefäße gelange, ist bei der sehr geringen Dicke der Schweißsäulchen innerhalb der Drüsen und bei der geringen Dichtigkeit des Schweißes, welcher in weit größerm Maaße von einer concentrirten Salzsolution angezogen und aufgenommen werden müßte, als umgekehrt die Salzauflösung von dem Schweiße, sehr unwahrscheinlich. Es erhebt sich aber die Frage, ob nicht durch Druck, nämlich durch starkes Einreiben, eine größere Menge Salzsolution oder auch andere Substanzen in die Schweiß- und Talgdrüsen getrieben werden können? welche nicht schlechthin zu verneinen ist, obgleich es mir bisher nicht gelang, gefärbte Flüssigkeiten tiefer als nur in die Oberhautmündungen der Schweißdrüsen einzureiben. Zwar weiß man nicht mit Sicherheit, ob der einmal secernirte Schweiß unter Umständen wiederum resorbirt werde; indessen dürfte man doch die Möglichkeit einer Absorption der dem Schweiße oder dem Sebum innerhalb der Drüsen beigemischten fremden Substanzen nicht in Abrede stellen; jedenfalls wird aber der Arzt, der zu therapeutischen Zwecken Umschläge, Waschungen und Einreibungen anstellen läßt, nicht darauf rechnen dürfen, auf diesem Wege solche Mengen von Arzneistoffen in die Blutmasse zu bringen, die mit den durch die Schleimhaut, namentlich durch die Darmschleimhaut, oder selbst nur auf endermatischem Wege durch wunde Hautstellen leicht einzuführenden Quantitäten in Vergleich zu stellen wären: wenn nicht diese Arzneistoffe zu denjenigen gehören, welche an sich wegen ihrer flüchtigen Bestandtheile, oder vermöge der gewählten Auflösungsmittel, die Hornschicht der Epidermis ohne sonderliche Schwierigkeit durchdringen. Eine weitere Ausführung dieser für das ärztliche Handeln wichtigen Andeutung gehört nicht hieher; sie schließt aber die Aufforderung ein, die Versuche über die Durchdringlichkeit der Epidermis für arzneiliche Stoffe an todter Haut und am lebenden Körper zu vervielfältigen.

Bei der Prüfung der von den Schriftstellern aufgezeichneten Beobachtungen über Absorption verschiedener Substanzen durch die unverletzte Haut bietet sich zunächst eine ansehnliche Reihe solcher dar, welche der ziemlich allgemein adoptirten Meinung einer Aufnahme von Wasser aus allgemeinen und partiellen Bädern zur Stütze dienen. Außer den gelegentlichen Erfahrungen über die Linderung des Durstes bei an Diabetes oder Strictur des Schlundes Leidenden durch Bäder, bei Schiffbrüchigen durch Benetzen der Kleidung, wonach auch der Urin in gewöhnlicher Quantität floß, hat man schon vor längerer Zeit hierauf bezügliche directe Experimente angestellt: Simson bemerkte eine sehr auffallende Abnahme der Wassermenge eines Fußbades (?), Percival's Hand sog binnen einer Stunde anderthalb Unzen, Falconer's Hand 38 bis 48 Gran binnen einer Viertelstunde ein, Mascagni sah nach einem mehrstündigen Fußbade Anschwellung der Leistendrüsen. Man muß gestehen, daß diese und ähnliche ältere Experimente wegen ihres Mangels an Genauigkeit und ihrer überraschend großen Resultate wenig Zutrauen verdienen, und die Erleichterung, welche Capt. Bligh und seine Unglücksgefährten von der Bounty dem Benetzen der Kleider nachrühmten, der Abkühlung und Minderung der Perspiration zugeschrieben werden mag. Wenig entscheidend sind die Versuche von Currie, der zwar eine Zunahme des Körpergewichts nach Bädern nicht fand, aber auch keine Abnahme desselben, welche doch während des Badens hätte stattfinden müssen und wahrscheinlich durch Aufnahme von Wasser ausgeglichen wurde, bemerkte, dagegen Minderung des Durstes und sehr beträchtliche Zunahme des Harns an

Quantität und Wassergehalt beobachtete. Um so größeren Eindruck mußten die Versuche von Seguin [1]) machen, die ersten, die mit größerer Umsicht und Vollständigkeit angestellt wurden, indem er den Verlust des Körpergewichts durch Haut und Lungen für die Stunden vor dem Bade, alsdann das Körpergewicht unmittelbar vor und nach dem mehrstündigen Bade bestimmte. In 33 Versuchen fand er niemals eine Gewichtszunahme, sondern nur eine geringere Abnahme des Körpergewichts, als in derselben Zeit in der Luft hätte stattfinden müssen. Der Gewichtsverlust im Bade betrug ein Drittheil oder genauer 0,3456 des Gewichtsverlustes in freier Luft, in einem Bade von 12°,5 bis 15° C. Temperatur (in welchem er schwerlich mehre Stunden lang geblieben sein wird); in einem Bade von 19° bis 22°,5 C. 0,3821; in einem Bode von 32°,5 bis 35° C. 0,5652 des Gewichtsverlustes in freier Luft. Da aber im Bade nur ein Gewichtsverlust durch die Exspiration und durch die Ausdünstung des Kopfes und Halses erfolgt, und da erstere nach dem Maaßstabe der Seguin'schen Untersuchungen (S. 140) ein Drittheil des Gesammtverlustes beträgt, da letztere zu einem Neuntheil der Hautausdünstung des ganzen Körpers ziemlich sicher angenommen werden kann: so sind beide zusammen = 0,4074 des Gesammtverlustes an Körpergewicht in der Luft: und da der Verlust Seguin's in den kalten und kühlen Bädern geringer, in den warmen Bädern größer als diese Zahl ausfiel, so mußte in den ersteren eine Gewichtszunahme durch Absorption, in den letzteren ein Verlust durch ausgeflossenen Schweiß erfolgt sein. Zu solcher Folgerung dürfte man noch mehr sich berechtigt halten, wenn man, neben dem Minimum und Maximum des Gewichtsverlustes in der Luft nach Seguin, einen in allen Fällen gleichen Verlust durch die Lungen (zu 5,232 Gran in der Minute) in die Berechnung einführte; alsdann würde der Verlust im Bade 0,6339 oder 0,2778 des Verlustes in der Luft betragen. Diese Berechnungen haben übrigens nicht mehr Werth, als die obigen, von Seguin aus 33 Beobachtungen ermittelten Verhältnißzahlen selbst, da außer der unterlassenen Berücksichtigung mancher Nebenumstände, der Verlust durch die Lungen und durch die Ausdünstung des Kopfes und Halses während des Bades und die Veränderung, die er in einer sehr wasserhaltigen Atmosphäre oberhalb des Spiegels des Bades erfahren mußte, nicht direct bestimmt wurde; sie sollen nur zeigen, daß das Resultat — es finde keine Absorption von Wasser im Bade Statt — welches Seguin aus diesen seinen Versuchen zog und von anderen Physiologen adoptirt wurde, keinesweges sicher begründet ist. Auch haben die in neueren Zeiten auf ähnliche Weise und zum Theil mit noch ausgedehnteren Vorsichtsmaßregeln angestellten Versuche ganz andere Ergebnisse geliefert. R. L. Young [2]) fand eine Zunahme seines Körpergewichts binnen einer Stunde um 2550 Gran in einem Bade von 26°,67 C. bei unverändertem Pulsschlage und Körperwärme; um 638 Gran im Bade von 32°,22; dagegen in einem Bade von 37°,77 C. in welchem der Puls sehr beschleunigt und die Eigenwärme sehr erhöhet wurde, weder Zunahme noch Abnahme, so daß auch in diesem eine Absorption von Wasser den Verlust durch die Lungen und durch Ausdünstung des Kopfes und Halses ausgeglichen haben muß. Denn wollte man annehmen, daß die letztere vielleicht nahe über dem Spiegel des warmen Wassers nicht stattgefunden habe, so mußte doch wenigstens der Ver-

[1]) Annales de Chimie. Tom. 90. 92. Meckel's deutsches Archiv f. d. Phys. Bd. 3.
[2]) De cutis inhalatione. Edinb. 1813.

luſt durch die Lungen ungeſtört und vielleicht vermehrt fortdauern, da Young bei dieſen Verſuchen durch eine in ein anderes Zimmer geleitete Röhre athmete. Dill [1]) erhielt ähnliche Reſultate, wenn gleich er eine geringere Zunahme des Körpergewichts beobachtete als Young. — Collard de Martigny [2]) machte verſchiedene Verſuche an einzelnen Hautſtellen. Er füllte zwei Gefäße von gleicher Geſtalt mit einer ganz gleichen Waſſermenge von 23⁰,5 C., tauchte in das eine ſeinen Arm eine halbe Stunde lang, und wog nach dieſem Bade beide Gefäße von Neuem, ſo wie auch das zum Abtrocknen gebrauchte Tuch: da jetzt die Differenz des Gewichts der Waſſergefäße 68,47 Gran betrug und das Tuch 22,67 Gran aufgenommen hatte, ſo mußte der Arm 45,8 Gran Waſſer abſorbirt haben, oder wahrſcheinlich etwas weniger; denn gegen die Meinung Collard's, daß die Verdunſtung in dem Badegefäße wegen des um den Umfang des Armes verkleinerten Waſſerſpiegels geringer als in dem andern Gefäße und alſo die Abſorption noch bedeutender, als oben angegeben, geweſen ſei, kann man vielmehr annehmen, daß in dem Badegefäße die Verdunſtung ſtärker war, weil es bewegt und durch den Arm mehr erwärmt wurde. In anderen Verſuchen ſetzte er einen mit Waſſer völlig gefüllten Trichter von 25''' Durchmeſſer mit aufwärts gerichteter verſchloſſener Röhre auf die Hand; nach einer halben Stunde war die Haut unter demſelben wie unter einem Schröpfkopfe geſchwollen und die Adhäſion ſtark; befand ſich etwas Luft in der Trichterröhre, ſo zeigte ſich nicht dieſe Erſcheinung, aber ein Sinken des Waſſers. Legte er die Hand auf das trichterförmig erweiterte und mit Waſſer gefüllte Ende einer heberartig gebogenen Röhre, welche an der gekrümmten Stelle Queckſilber enthielt, ſo fand er nach zwei Stunden das Queckſilber, in Folge der Abnahme des Waſſers, gegen die Hand hin geſtiegen. Milch wurde langſamer, Bouillon ſchneller abſorbirt (doch wohl nur das Waſſer und vielleicht ein Theil der aufgelöſ'ten, nicht die ſuſpendirten Beſtandtheile dieſer Flüſſigkeiten), ölige Flüſſigkeiten gar nicht. — Madden [3]) brachte den Arm in ein großes, mit lauwarmem Waſſer oder Milch gefülltes Gefäß, deſſen Evaporation durch eine Schicht von Oel gehindert wurde; in der mit dem Waſſer in Verbindung geſetzten Röhre ſank das Niveau um 0,25 bis 0,3 engl. Zoll binnen einer Viertelſtunde, um 0,5 Zoll binnen 22 bis 25 Minuten, auch wenn der Arm vorher 20 Minuten lang in warmem Waſſer gebadet und leicht abgetrocknet worden, alſo das verſchwundene Waſſer nicht lediglich von der Epidermis angeſchluckt, ſondern wirklich abſorbirt ſein mußte. Die Quantität des abſorbirten Waſſers iſt nicht zu ſchätzen, da der Durchmeſſer des Badegefäßes nicht angegeben iſt; jedenfalls iſt aber die Veränderung des Niveau zu beträchtlich, als daß man ſie einer Zuſammenziehung der Haut und des Waſſers durch Abkühlung während des Experiments zuſchreiben könnte, um ſo mehr, als bei einem Verſuche mit ſtarker, fetter Fleiſchbrühe unter ganz gleichen Umſtänden eine Abnahme der Flüſſigkeit nicht beobachtet wurde. Die von Madden angeſtellten Verſuche mit Bädern des ganzen Körpers zeichnen ſich vor allen anderen durch Genauigkeit und Umſicht aus. Er beſtimmte den Verluſt des Körpergewichts während der halben Stunde vor dem Bade, blieb in demſelben eine halbe Stunde lang, den Kopf in einem Sacke von geöltem Zeug

---

[1]) Edinburgh med. chir. Transact. Vol. II.

[2]) Magendie, Journ. T. XI. 1. u. Arch. gén. de Médécine. T. X.

[3]) An exp. inquiry into the physiology of cutaneous absorption. Edinb. 1838.

mit einer langen, aus dem Fenster geführten Röhre zum Athmen, und ließ sich sogleich nach dem sorgfältigen Abtrocknen wägen. Sein Körpergewicht variirte zwischen 1706 und 1738 Unzen, die Wage gab 10 Gran an, Barometerstand 750 bis 761 Millim. In zehn Versuchen, bei welchen die Temperatur des Bades zwischen 29° und 34°,5 C. betrug, fand er eine Zunahme des Körpergewichts, in einem eine so geringe Abnahme, daß dennoch Absorption stattgefunden haben mußte; nur in einem, nach einem Bade von 36°,66, in welchem der Schweiß in Strömen ausbrach und der Puls nach dem Bade 98mal schlug, hatte es um 1159 Gran abgenommen. Die unmittelbar beobachtete Zunahme variirte zwischen 42,56 Gran und 542 Gran: vergleicht man sie mit dem, bei den meisten dieser Experimente bestimmten Gewichtsverluste des dem Bade unmittelbar vorhergehenden Zeitraumes und mit dem hiernach zu berechnenden Verluste während des Bades, wobei die Producte der Exspiration zu einem Drittheil des Gesammtverlustes und die Ausdünstung des Kopfes und Halses zu einem Neuntheil der ganzen Hautausdünstung (oder beide zusammen in abgerundeter Zahl zu zwei Fünftheilen des Gesammtverlustes) angenommen sind: so erhält man als Effect des Bades die Quantität des Wassers, welches theils wirklich absorbirt worden, theils durch die Hautausdünstung des größten Theils der Körperoberfläche während derselben Zeit hätte ausgeschieden werden sollen, aber im Körper zurückgeblieben ist. Die Menge des absorbirten Wassers variirt in den neun Versuchen Madden's, zu welchen alle Data vollständig registrirt wurden, zwischen 170 und 817 Gran binnen einer halben Stunde; die durch das Bad bewirkte Vermehrung der Säftemasse überhaupt an theils absorbirtem, theils nicht perspirirtem Wasser zwischen 202 und 1098 Gran. — Endlich hat auch Berthold [1]) nach vier Bädern von der Dauer einer Viertel- bis ganzen Stunde jedesmal eine Gewichtszunahme des Körpers beobachtet. Nimmt man für diese Beobachtungen, um sie mit anderen vergleichbar zu machen, die gesammte Hautausdünstung nach Seguin's Mittelzahl zu 10,465 Gran in der Minute an, die Ausdünstung des Kopfes und Halses zu einem Neuntheil derselben, den Verlust durch die Exspiration aber nur zu zwei Drittheilen der mittlern Quantität dieses Verlustes unter gewöhnlichen Umständen, weil der Beobachter nahe über dem Spiegel des Bades, nicht aber die trocknere Luft eines andern Raumes durch eine Röhre inspirirte — und daher diese durch Absorption ersetzten Verluste überhaupt zu 4,651 Gran in einer Minute an: so berechnet sich die Quantität des binnen einer halben Stunde wirklich absorbirten Wassers zu 499,5 Gran in demBade von 27°,5 C. Temperatur; zu 481,5 Gran, 469,5 und 394,5 Gran in den Bädern von 35° C. — Alle diese seit Seguin angestellten Beobachtungen gestatten keinen Zweifel an der Absorption des Wassers von Seiten der Haut bei unverletzter Epidermis, obgleich sie bei ihrer noch ziemlich geringen Anzahl keine Vermuthung über den Grund der quantitativen Variationen begründen können, da in einigen vor dem Essen, in anderen nach dem Essen eine reichlichere Auffaugung stattfand; nur scheint so viel gewiß, daß in lauen Bädern die Absorption am stärksten ist, in sehr warmen aber öfters nicht erfolgt oder von dem Schweißergusse überwogen wird. Daher sind auch die Einwürfe Kürschner's [2]), welcher vielleicht das Detail der vortreff-

---

[1]) Müller's Archiv. 1838.

[2]) Art. »Auffaugung«. S. 74.

lichen Versuche Madden's nicht gekannt hat, als gültig nicht anzuerkennen: die verhältnißmäßig beträchtliche Aufnahme von Wasser läßt sich bei so umsichtig angestellten Beobachtungen weder einem unvollständigem Abtrocknen der Haare, noch einer Auffsaugung durch Schleimhäute zuschreiben, da das Badewasser weder in den Mastdarm noch in die Harnröhre eindringt, nur die Mündungen derselben umspült; ferner eine Absorption von Wasserdampf durch Nasen-, Mund- und Rachenhöhle und durch die Lungen nach anderen Versuchen von Madden und Dill nicht so beträchtlich ist, überdies auch in den Badexperimenten von Madden und Young gänzlich verhindert war.

Zum Erweise der Absorption von Wasserdunst aus der Atmosphäre, welche wenigstens zum größeren Theile durch die Haut, zum geringeren Theile durch die Luftwege erfolgen müßte (wenn wir die Lungenbläschen als stets von Luft, die mit Wasserdunst bereits völlig oder beinahe gesättigt ist, erfüllt annehmen), werden viele Fälle geltend gemacht, in welchen bei krankhaften Zuständen verschiedener Art, viele Tage lang beträchtlich mehr Harn ausgeleert wurde, als an Speisen und Getränken eingenommen worden, ohne daß das, in einigen Fällen dieser Art untersuchte Körpergewicht in gleichem Verhältniß abnahm: auch Beispiele von Missethätern angeführt, die einige Tage lang auf dem Schaffot ohne die geringste Speise und Trank zubrachten, dabei aber bis zum Eintritte des Todes eine bedeutende Menge Harn ließen. Bei Gelegenheit der Pferderennen wurde mehrmals bemerkt, daß Jockey's, die ihr Körpergewicht durch Hungern reducirt hatten, binnen einer Stunde oder einem ähnlichen kurzen Zeitraume, in welchem sie nur ein Glas Wein oder eine Tasse Thee genossen hatten, um 30 Unzen oder sogar um 6 Pfund (?) schwerer geworden waren. Viele dieser Geschichten sind gewiß incorrect oder lassen andere Erklärungen zu: mehr Vertrauen verdienen aber die Angaben von de Gorter, Keil, Rye u. A., die mit der Untersuchung der Ab- und Zunahme des Körpergewichts sich lange Zeit beschäftigten und öfters eine Zunahme in feuchter Atmosphäre fanden; F. Home beobachtete eine solche um zwei Unzen in sieben Stunden, Jurine um achtzehn Unzen in einer Nacht; beide waren ermüdet und hungrig zu Bett gegangen. Daß unter solchen Umständen öfters eine Auffsaugung von Wasser aus kühler feuchter Atmosphäre stattfinde, ist bei der (S. 156 ff.) nachgewiesenen leichten Durchdringbarkeit der Epidermis für Wasserdunst nicht wohl zu bezweifeln: sie würde auch in Dampfbädern erfolgen, wenn nicht durch die höhere Temperatur eine überwiegend copiöse Aussonderung des Schweißes erregt würde. — Gase verschiedener Art durchdringen die Epidermis und werden von der Blutmasse aufgenommen; wenigstens wird man z. B. die oft zu beobachtende allgemeine Einwirkung der Kohlensäure in Bädern von Wasser, welches diese Säure in reichlicher Menge enthält, und in localen Gasbädern, weder einer unmittelbaren Reizung der peripherischen Nervenendigungen allein, noch der nicht ganz zu vermeidenden Aufnahme von Kohlensäure durch die Inspiration oder einer verringerten Ausscheidung derselben durch die Exspiration zuschreiben können, wenn man sich der Experimente von Abernethy und Collard de Martigny erinnert. Ersterer fand, daß seine in kohlensaures Gas gebrachte Hand binnen neun Stunden mehr als 6,25 Cubikzoll absorbirt hatte; Letzterer setzte sich in ein Faß mit Weintrestern, athmete bei gehörig geschütztem Kopfe durch eine Röhre reine Luft, war aber nach 29 Minuten fast besinnungslos geworden. Abernethy's Hand, fünf Stunden lang in Stickstoffgas gehalten, hatte dasselbe gegen Aus-

tausch einer gleichen Menge von Kohlensäuregas aufgenommen. Thiere mit geschütztem Kopfe in schädliche Gasarten eingetaucht, sterben etwas später, als wenn sie diese Gase athmen: Sperlinge in Kohlensäuregas nach anderthalb bis zwei Stunden, Kaninchen in Schwefelwasserstoffgas nach zehn Minuten; ein Hund, dessen Bein in das letztgenannte Gas eintauchte, nach zehn Minuten [1]. Lebküchner erkannte den aufgenommenen Schwefelwasserstoff durch seine Reaction auf Blei und Silber an der inneren Fläche der Lederhaut und im Blute, die Muskeln waren schwärzlich gefärbt und boten keine Spur von Irritabilität dar und zwar nur an den Körpertheilen, die in Schwefelwasserstoffgas eingetaucht gewesen waren. Nach der äußerlichen Anwendung von Chlorgas, welches sorgfältig von den Lungen abgehalten worden, beobachtete Wallace [2] Prickeln und Röthung der Haut, Schweiß, Trockenheit des Mundes und Rachens, Salivation; der Urin zerstörte die Pflanzenpigmente. Bichat bemerkte, daß seine Flatus den fauligen Geruch des Dissectionszimmers hatten und denselben auch dann noch annahmen, wenn er durch eine Röhre reine Luft athmete. Bei solchen Versuchen ist nicht zu übersehen, daß die Gase und riechenden Effluvien noch nach Beendigung des Experiments an den Kleidern und den Haaren haften und unbemerkt geathmet werden. Es wäre zu untersuchen, ob nicht, während ein sorgfältig isolirter Theil des Körpers in Kohlensäuregas eingetaucht bliebe, das Exspirationsproduct ein größeres procentisches Maaß von Kohlensäure enthielte, als unter übrigens gleichen Umständen vor dem Experimente. — Daß flüchtige Contagien durch die unverletzte Epidermis dringen können, wenn gleich sie gewiß häufiger durch die Luftwege sich mittheilen, ist nicht zu bezweifeln, obgleich schwierig durch unzweideutige Beobachtungen nachzuweisen. Bemerkenswerth ist Wrisberg's [3] Erzählung, der jedesmal drei bis sechs regelmäßig verlaufende Localpocken an den Armen bekam, wenn er einen an den Pocken gestorbenen Menschen injicirte. Die leichteren und schwereren Affectionen nach der Verrichtung von Leichenöffnungen erfolgen bekanntlich in der Regel nicht ohne eine dabei vorfallende Verletzung der Hände; indessen bekamen einst, nach der Section eines an den Folgen einer chronischen Entzündung und Entartung der Pleura gestorbenen Mannes, sowohl ich als mein Gehülfe an verschiedenen von einander entfernten Stellen beider Hände Pusteln und kleine Geschwüre mit Entzündung der Lymphgefäße des Arms und Drüsengeschwulst, ungeachtet wir vor und nach der Section nicht die geringste Verletzung der Hände wahrnehmen konnten.

Zahlreich sind die Beobachtungen, nach welchen auf eine Absorption der auf die Epidermis applicirten Substanzen aus ihrer arzneilichen Wirkung geschlossen wurde; seltener sind diejenigen, in welchen man das Eindringen derselben in die tieferen Gebilde oder in das Blut und die Lymphe durch Wägung und chemische Reaction nachzuweisen suchte [4]. Es ist hin-

---

[1]) Chaussier, Lebküchner, Nysten, Madden.

[2]) On chlorine.

[3]) Commentationes etc. Gott. 1800. p. 54.

[4]) S. vorz. Madden a. a. O. — Lebküchner, Diss. in. praes. Emmert.: utrum per viventium adhuc animalium membranas materiae ponderabiles permeare queant. Tub. 1819. Auszug in Arch. gén. de Méd. Tom. VII. 1825. — Rousseau in Reil's Archiv. Bd. VIII. — Seguin in Meckel's deutsch. Archiv. Bd. III. — Sherwen in Mem. of the med. soc. of Lond. Vol. II. — Schöpf in Hufeland's Journ. Bd. V. — Bradner Stuart u. Sewall in Meckel's deutsch. Arch. Bd. I. II. — Westrumb in Meckel's Arch. f. Anat. u. Phys. 1827. — Bluff de absorptione cutis. Berol. 1835. u. A. m.

sichtlich vieler solcher Substanzen nicht leicht, eine reine Erfahrung zu gewinnen; die Beurtheilung einer zweideutigen Arzneiwirkung mißlich, die vollkommene Absperrung anderer Wege der Aufnahme, vorzüglich durch die Lungen, oft sehr schwierig, die völlige Integrität der Epidermis an der Applicationsstelle nicht immer sicher gestellt. Hinsichtlich der adhibirten Substanzen ist besonders zu unterscheiden, ob sie ganz oder zum Theil bei niederer und mittlerer Temperatur sich verflüchtigen, oder nicht; ob sie nur einfach in Berührung mit der Epidermis gebracht, oder längere Zeit hindurch eingerieben wurden. Die bei weitem größte Mehrzahl der Beobachtungen spricht dafür, daß flüchtige Substanzen gänzlich, oder wenigstens mit ihren flüchtigen, durch den Geruch wahrnehmbaren Bestandtheilen die Epidermis schon bei einfacher Berührung, noch mehr aber mit Hülfe der Einreibung durchdringen; daß gegentheils nicht flüchtige Substanzen, mit Ausnahme einiger starker Säuren und der ätzenden Alkalien, nur aufgelegt oder aufgestrichen die Epidermis nicht penetriren, dennoch aber in manchen Fällen eine Aufnahme derselben, vorzüglich durch Einreiben, scheint bewirkt worden zu sein. — Hinsichtlich der ersteren erscheinen die Effecte der flüchtig scharfen, des Senföls, Crotonöls, des Meerrettig, der spanischen Fliegen u. a. m. besonders frappant, indem sie die Epidermis, ohne ihr Gefüge im Geringsten zu verändern, schnell durchdringen und ihren Uebergang in die Blutmasse öfters, wenn nicht ihre Absorption durch Entzündung der Lederhaut frühzeitig gehemmt wird, durch eine specifische Wirkung in entfernten Organen verrathen. Die Blüthen von Momordica Elaterium, eine halbe Stunde lang unter dem Hute getragen, erregten Kopfschmerz, Kolik, Diarrhöe und Erbrechen (Dickson). Auf die von den Aerzten allgemein angenommene Wirksamkeit der Umschläge von aromatischen Kräutern in trockner und nasser Form, der Pflaster mit ätherischen Oelen u. s. w. möge man immerhin weniger Gewicht legen, da sie weniger direct nachweisbar und mit dem Effect der localen Beschränkung der Ausdünstung und Verhütung der Abkühlung gemischt ist; dagegen sind die specifischen abführenden, diuretischen und narkotischen Wirkungen mancher Pflanzen, deren flüchtige Bestandtheile viel weniger in die Sinne fallen, aber doch wenigstens durch den Geruch sich verrathen, von guten Beobachtern bemerkt, wenn sie in Form eines Breis oder Aufgusses Stunden lang mit der Haut in Berührung waren: namentlich die der Rhabarber, Jalappe, Digitalis, Squilla, Marchantia, des Schierlings, Bilsenkrauts, der Belladonna, des Tabaks. Sehr problematisch ist die fiebervertreibende Kraft des Chinapulvers im Kamisol getragen, glaublicher die behauptete Wirksamkeit der äußerlichen Anwendung des Decocts und der Tinctur. In der Form spirituöser Tincturen, äußerlich applicirt, tritt die Wirkung der Jalappe und der meisten Narcotica noch lebhafter bis zur Erregung der Vergiftungszufälle hervor, nur scheint die Tinctur der Brechnuß die Ausnahme zu machen, daß sie zu ihrer Aufnahme die Einreibung erfordert. Die von mir öfters erprobte Wirkung der Auflösung narkotischer Extracte in flüssigem kohlensauren oder essigsauren Ammoniak läßt mich an dem Eindringen derselben in die Lederhaut nicht zweifeln. Bekannt ist die Wirksamkeit des äußerlich angebrachten Kirschlorbeerwassers und Cyankaliums, des tödtlichen Effects des auf den Rücken, auf den Bauch, in die Achselhöhle oder unter die Flügel getröpfelten Bittermandelöls und der im Blute wieder aufgefundenen Blausäure (Emmert, Madden, Bluff u. A.), des Jods in Tinctur und Salben, und die Mittheilung der starken Gerüche des Cam-

phors, Moschus, Knoblauchs, der Asa fötida, des Terpentinöls u. a. ätherischen Oele, an Blut, Lymphe, Athem und Urin nach äußerlicher Application derselben. Diese Erfahrungen sind großentheils insofern nicht zuverlässig, als es sehr schwierig ist, die flüchtigen Stoffe, vorzüglich die letztgenannten, von den Luftwegen gänzlich abzuhalten, und in der That schreiben die Gegner der Auffsaugung durch die Haut die allgemeinen oder entfernteren Wirkungen jener Mittel nur ihrer Aufnahme durch die Lungen zu; daher die Beweiskraft der einander widersprechenden Experimente noch einer Prüfung unterzogen werden muß. Rousseau setzte sich in einem verschlossenen Zimmer den Dämpfen des Terpentinöls aus; brachte seinen nackten Arm in ein Gefäß, in welchem eine Schaale mit Terpentinöl sich befand und dessen Mündung rings um den Arm verkittet wurde; und ließ endlich den ganzen Körper mit Terpentinöl waschen: der erste Versuch wurde zwei, der zweite drei Stunden, das dritte schmerzhafte Experiment eine Stunde lang fortgesetzt; in allen wurde durch ein Rohr die Luft des benachbarten Zimmers geathmet: nach keinem derselben bot der Urin einen Veilchengeruch dar. Klapp steckte seine Hand in Terpentinöl, welches über Quecksilber stand, eine Viertelstunde lang und beobachtete keinen Geruch des Harns. Madden steckte seinen Kopf in einen Sack von geöltem Zeug mit einem aus dem Fenster geleiteten Rohre, brachte seinen Arm in einen Glashafen, ließ ihn mit Terpentinöl begießen und das Gefäß rings um den Arm verkitten; nach 45 Minuten entstand lebhafter Schmerz, wonach er seinen Arm sorgfältig waschen ließ, den Kopf befreite, sogleich das Zimmer mit angehaltenem Athem verließ und zwei Stunden lang in vom Winde bewegter Luft verweilte. Nach vier solchen Experimenten wurde jedesmal Veilchengeruch des Harns, am stärksten nach drei bis sechs Stunden wahrgenommen. Denselben Erfolg erhielt Young nach dem Bestreichen des Arms mit Terpentinöl, indem er das Einathmen der Dämpfe auf gleiche Weise wie Madden hinderte. Lebküchner brachte Terpentinöl und Camphor auf die Haut eines zwölf Stunden vorher getödteten Kaninchens; eilf Stunden später hatte ein an der innern Seite der Lederhaut angebrachtes Papier den Geruch angenommen. Nach Einreibungen von Terpentinöl, Camphoröl und Camphorspiritus bei lebendigen Thieren (die des Terpentinöls führte den Tod nach zwölf Minuten herbei) boten der Zellstoff, Urin und das Hohlvenenblut die entsprechenden Gerüche dar. Schreger ließ den Arm eines Menschen durch ein Loch in ein anderes Zimmer stecken, legte ein Tourniquet an, rieb den Arm mit Terpentinöl und entzog Blut aus einer Vene, welches keinen Geruch darbot. Bald nach Lösung des Tourniquets wurde aber der Geruch im Blute und Urine wahrgenommen. — Alle diese Versuche sind nicht ganz befriedigend, da die Diagnose durch den Geruch überhaupt etwas unsicher ist, da es bei solchen Experimenten äußerst schwer hält, ein sehr diffusibles Effluvium in bestimmte Grenzen einzuschließen, und die Aufnahme von Terpentinöldampf, sei es durch die Haut oder die Lungen bei verschiedenen Menschen nicht gleichmäßig vor sich geht, wenigstens bei einigen der entsprechende Geruch des Harns schon nach geringfügiger Benetzung der Haut mit demselben oder nach Manipulation eines nur wenig Terpentin enthaltenden Pflasters bald und intensiv erscheint, bei anderen später, schwächer oder auch gar nicht verspürt wird; einige schon auf die Benetzung der Haut mit Terpentinöl baldigst Schmerz empfinden, andere starke Einreibungen vertragen. Gegen die von Madden und Young erhaltenen Resultate ist zu bedenken, daß der Terpentingeruch von der Haut durch Waschen nicht gänz-

lich zu entfernen ist, an Kleider und Haare sich hängt und daher auch nach Beendigung ihrer Experimente noch inspirirt werden konnte; dasselbe gilt aber in noch höherem Maaße von Rousseau's Experimenten und ist das negative Resultat derselben um so befremdender und verdächtiger, als er nach einmaligem Einathmen aus einer Flasche mit Terpentinöl schon den Veilchengeruch des Harns verspürt haben will (?) und bei seinem dritten Experimente das sichere Zeichen des Eindringens des Terpentinöldampfes bis zur Lederhaut, nämlich Schmerz empfand. Wahrscheinlich hat er nur die Beobachtung des Harns nach dem Versuche nicht lange genug fortgesetzt: er leugnet auch die Aufnahme von Knoblauch durch die Haut. — Meine eigenen Versuche ergaben eine verhältnißmäßig leichte Aufnahme des Terpentinöldampfes sowohl durch die Lungen als durch die Haut. Drei Tropfen Terpentinöl auf den Rockärmel getröpfelt, der mehre Stunden lang, beim Schreiben, unweit der Nase und des Mundes sich befand, theilten dem Harn den Veilchengeruch mit. An anderen Tagen brachte ich einen mit drei Tropfen Terpentinöl befeuchteten Bausch, der früher präparirt und bis dahin in einem verschlossenen Glase gehalten worden, möglichst schnell und unter Anhalten des Athems auf die Haut und bedeckte ihn sogleich mit einem Uhrglase, welches von Glaserkitt oder einem Kitt von Kleister und Mehl umschlossen und mit mehren Lagen Hausenblasepflaster überzogen und angedrückt wurde; oder ich ließ einen solchen Apparat an den durch ein Loch in ein anderes Zimmer gesteckten Arm appliciren. Während der ganzen Dauer der Versuche war kein Terpentingeruch an mir oder in meiner Umgebung zu verspüren; der Erfolg gab sich nach mehren Stunden, bei noch unverrücktem Verbande, an dem sehr deutlichen Geruche des Harns zu erkennen, der aber nicht immer gleich stark war und in mehren Versuchen erst bei dem dritten oder vierten Harnlassen, zehn bis zwölf Stunden nach der Application hervortrat.

Bäder von Salz- und Salpetersäure erregen nach mehren Beobachtern nicht allein Symptome, welche auf die Aufnahme von Chlor deuten, sondern auch entfärbt der nach ihrem Gebrauche gelassene Harn die Pflanzenpigmente.

Ueber die Aufnahme verschiedener vegetabilischer Farbestoffe, Salze und anderer nicht flüchtiger Substanzen durch die unverletzte Haut findet man Folgendes aufgezeichnet. Lebküchner konnte nach Einreibung von Lackmus und Safran bei Kaninchen keine Spur derselben in den Säften und festen Theilen bemerken, auch Tinte drang nicht durch, gegen Magendie's Angabe. Bradner Stuart und Sewall beobachteten dagegen nach Fußbädern von Aufgüssen des Krapp, der Curcuma und der Rhabarber entsprechende Färbung des Urins, die durch Zusatz von Kali sehr erhöhet wurde; Campecheholz, Brasilienholz und Eichenrinde konnte der Letztere im Harn nicht entdecken. Westrumb versichert, den Farbestoff der Rhabarber nach Hand- und Fußbädern nicht nur im Harn, sondern sogar im Blute und dem Serum der Blasenpflaster gefunden zu haben; dagegen konnten Madden und Thomson denselben im Urin nicht erkennen. Lebküchner rieb auf den Bauch eines Kaninchen eine Stunde lang verdünnte Schwefelsäure (1, auf 7, Wasser) ein, wonach die Haut sich röthete und anschwoll und die Excremente sauer reagirten: nach wiederholten Einreibungen wurde das Thier getödtet; die Fetthaut, die Bauchmuskeln und der (bei Kaninchen alkalisch reagirende) Harn rötheten das Lackmuspapier. Wahrscheinlich wurde die Epidermis durch die stundenlangen wiederholten Frictionen theilweise

zerstört, da solche Einreibungen von kürzerer Andauer ohne Effect blieben. Eine Einreibung von salzsaurem Baryt (1, auf 21, Wasser) führte Vergiftungszufälle und den Tod herbei: die Abkochung der Bauchhaut und Bauchmuskeln mit Wasser und Salpetersäure reagirte nicht auf Schwefelsäure, in dem mit Salpetersäure gekochten Venenblute gab Schwefelsäure einen weißen pulverigen, nicht näher untersuchten Niederschlag. Die Einreibung einer Auflösung von Brechweinstein (10, auf 18, Wasser) führte entsprechende Symptome, aber nicht den Tod herbei; von allen Theilen des getödteten Thieres »schien« nur die Fetthaut des Bauches Spuren des Gifts darzubieten, indem die Abkochung desselben mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak einen schwärzlichen Niederschlag gab. Madden fühlte sich nach Einreibung seiner Hände mit Brechweinstein unwohl und schwitzte, der Urin gab keine Spur von Antimon; bei einem Andern hatte dieser Versuch auch nicht entfernt den Anschein eines Erfolges. Arsenik, nach dessen Einreibung Sherwen vermehrte Harnabsonderung und Ekel beobachtete (psychische Einwirkung?), Quecksilbersalze und schwefelsaures Eisenoxyd konnten nach Einreibungen nicht an der innern Fläche der Lederhaut von Lebküchner aufgefunden werden. Derselbe beobachtete nach Einreibung einer sehr concentrirten Auflösung von Bleizucker Vergiftung und Tod; der Unterhautzellstoff wurde durch Schwefelwasserstoff geschwärzt, ein weiteres Eindringen konnte nicht nachgewiesen werden. Bei den Versuchen von Seiler und Ficinus, welche in dem Blute, der Galle und dem Chylus der Pferde, deren Füße sieben Stunden lang in einer alkalischen Auflösung von Bleioxyd gestanden hatten, Blei vorfanden, ist nicht zu übersehen, daß die Aetzlauge das Haar, also auch die Epidermis zerstört hatte. Die nachtheiligen Wirkungen, welche mehre Aerzte nach Umschlägen von Bleiwasser, obgleich doch verhältnißmäßig selten und vorzüglich bei Kindern, beobachtet haben, beziehen sich nur auf die Application dieses Mittels auf wunde Stellen. — Kochsalzauflösung dringt nach Lebküchner nicht durch die Haut ein. Nach einem Fußbade von Salpetersolution, welches Alexander 15 Minuten lang nahm, soll das in den 10 Minuten später gelassenen Harn eingetauchte Papier mit Deflagration verbrannt sein, welchen Erfolg aber Westrumb weder hinsichtlich des Harns noch des Bluts bestätigt fand; Schreger setzte das Bein eines Hundes in Milch, welche Salpeter aufgelös't enthielt; nach einer Viertelstunde hatten die Lymphgefäße Milch aufgenommen und das in diese getauchte Papier deflagrirte beim Verbrennen. — Seguin fand, indessen nach einer Methode, welche genaue Resultate zu liefern nicht geeignet war, daß die Menge des Sublimats in einer zu wiederholten Armbädern gebrauchten verdünnten Lösung desselben um ein Geringes sich verminderte, wenn die Bäder lauwarm, aber nicht, wenn sie kalt oder sehr warm genommen wurden; nach Waschungen mit Sublimatlösung oder Auflegen des trocknen Salzes bemerkte er keine Arzneiwirkung, wenn die Oberhaut unverletzt war und so lange nur bei dem täglichen Wechsel der Applicationsstelle Erosion und Pustelbildung verhütet werden konnte. Dagegen ist bekannt, daß Wedekind und andere gute Beobachter den Sublimatbädern große Wirksamkeit zuschreiben. Bonfils behauptet, daß ein auf der Epidermis verdunstender Tropfen einer Sublimatauflösung keine Krystalle hinterlasse, welches ich ganz anders finde. Calomel, Scammonium und Gummigutt, trocken auf die Haut gebracht, erlitten nach Seguin keine Gewichtsabnahme, auch erfolgte keine Arzneiwirkung; von dem trocken aufgelegten Alembrothsalz (Quecksilberchlorid mit Ammoniumchlorid) waren binnen zehn

Stunden zehn Gran verschwunden, aber unter Pustelbildung; als er Brechweinstein trocken auflegte, täglich mit den Stellen wechselnd, erfolgten am sechsten bis zehnten Tage starke Ausleerungen ohne Erbrechen, welche Zufälle schon früher eintraten, wenn Pusteln sich bildeten; in einem Falle nahm die applicirte Quantität des Brechweinsteins binnen zehn Stunden um fünf Gran ab, bei welchem Experiment einer Arzneiwirkung nicht gedacht wird: obgleich dieselbe Quantität in eine Armvene gespritzt, bei einem sehr torpiden Subject heftiges Erbrechen erregte, wie ich selbst gesehen habe. — Kaliumeisencyanür wurde von Lebküchner, der eine Auflösung desselben (1, auf 24, Wasser) in die Bauchhaut eines Kaninchen eingerieben hatte, an der innern Seite der Lederhaut, im Blute, Chylus, in den Excrementen und dem Urin aufgefunden, in den Muskeln nicht; Westrumb fand es in mehren Versuchen nach Hand- und Fußbädern im Harn und im Serum der Blasenpflaster, auch »der Cruor schien deutlich eine geringe Spur desselben« zu enthalten; bei Hunden zeigte es sich »deutlich« im Blute, bei einem auch im Chylus des Ductus thoracicus und in den Leistendrüsen; dagegen konnte Madden es nach Handbädern nicht im Urin erkennen, auch Seiler und Ficinus nicht. — Nach Armbädern von einer Auflösung des Jodkaliums, 50 Minuten lang, bemerkte Madden in mehren Versuchen einen Jodgehalt des Urins: obgleich er hervorhebt, daß Jodkalium nicht im Geringsten flüchtig sei, dürfte doch nicht übersehen werden, daß es nach der gebräuchlichsten Methode bereitet freies Jod enthalten kann, daß es ziemlich stark riecht und bei einer der Eigenwärme des Körpers gleichen Temperatur sehr leicht, namentlich auf Zusatz von wenig Essigsäure Jod abgiebt, daher eine theilweise Zerlegung desselben an der Hautoberfläche sehr wahrscheinlich ist. — Cantharidin scheint schon nach einfachem Auflegen bis zu der Lederhaut einzudringen; Strychnin und Veratrin müssen nach Madden u. A., um Wirkung zu erzielen, eingerieben werden: daher Kürschner's Bedenken gegen die Auffaugung bei unverletzter Epidermis, welches er auf die Unschädlichkeit einer Benetzung mit Strychninauflösung und Blausäure stützt, unerheblich erscheint, um so mehr, als man bei den Experimenten mit Strychninsalzen einer sehr verdünnten Auflösung sich zu bedienen pflegt und nicht leicht mehr als einen oder wenige Tropfen zufällig an den Fingern verdunsten lassen wird: die Blausäure aber, wie bei Thieren, so auch von der menschlichen Haut aufgenommen werden wird, wenn man durch die Wahl der Applicationsfläche oder durch geeignete Bedeckung der mit ihr benetzten Stellen ihre schnelle Verdunstung in die Atmosphäre verhindert.

Aus dieser Zusammenstellung nur der zuverlässigeren und wichtigeren Beobachtungen ist zu ersehen, daß die Resultate derselben vielfältig einander widersprechen: überdies gewährt die Prüfung der Originalangaben selbst keineswegs immer die Ueberzeugung, daß die Experimente mit der erforderlichen Vorsicht gegen Selbsttäuschung, mit der Gewißheit einer völligen Integrität der Epidermis an den Applicationsstellen und mit hinlänglicher Genauigkeit der chemischen Untersuchung angestellt wurden. Indessen würde man das Mißtrauen gegen die Beobachtungen zu weit treiben, wenn man eine zwar nicht unbedingt und jedesmal, aber doch in manchen Fällen wirklich erfolgende Absorption nicht flüchtiger Substanzen bei unverletzter Epidermis gänzlich in Abrede stellen wollte. — Da nun nach den S. 154 ff. aufgeführten Versuchen viele solcher Substanzen in wässerigen Auflösungen die Hornschicht der Epidermis selbst nicht zu durchdringen vermögen, diese Erfahrungen auch auf viele andere ähnliche, noch nicht einzeln untersuchte, eine

vorläufige Anwendung finden, außerdem die Aufnahme derselben von Seiten des lebendigen Körpers in den meisten Fällen durch Einreibung bewirkt worden und diese Operation öfters von den Beobachtern als durchaus erforderlich bezeichnet ist: so bleibt nur die Annahme übrig, daß die Absorption von den Wandungen der Schweiß- und Talgdrüsen aus erfolgt, indem die äußerlich applicirte Flüssigkeit mit dem Secret dieser Drüsen sich vermischt und in demselben vertheilt bis unterhalb die Hornschicht der Epidermis gelangt, oder trocken aufgelegte Körper in den Mündungen der Schweißdrüsen aufgelös't werden, die Einreibung aber das Eindringen in die Drüsenmündungen und die Vermischung mit dem Secrete wesentlich befördert. Für die Therapeutik würde sich aus den angezogenen Beobachtungen und aus dieser Erklärungsweise das Resultat ergeben, daß von der äußerlichen Anwendung der nicht flüchtigen Medicamente, mit wenigen Ausnahmen, ein nur ungewisses und wenig fruchtbares Resultat zu erwarten sei.

Krause.

Hypertrophie.

Der Name „Hypertrophie“ dem Wortsinne nach eine „übermäßig vermehrte Ernährung“, diente ursprünglich als allgemeiner Ausdruck, um damit eine übermäßige Ernährung sowohl des ganzen Körpers, als einzelner Theile desselben zu bezeichnen. In dieser Bedeutung ist aber der Begriff der Hypertrophie offenbar ein sehr unbestimmter, denn es ist nicht immer möglich, im concreten Falle zu entscheiden, ob das Wachsthum und, als Resultat desselben, die Größe eines Gebildes das normale Maaß überschreitet oder nicht, da ja alle Körpertheile, abgesehen von ihren Größenverschiedenheiten nach Alter und Geschlecht, bedeutende Schwankungen in ihrem Volumen zeigen, die von zufälligen Umständen herrühren, welche mehr oder weniger noch in die Grenzen der normalen Lebensbedingungen fallen. Deßhalb hat man in neuerer Zeit den Begriff von Hypertrophie mehr beschränkt und bezeichnet damit nur die Volumsvermehrungen einzelner Körpertheile, oder genauer gesagt, ihre Zunahme an fester Masse (denn Volumsvermehrung durch bloße Infiltration von Flüssigkeiten wird von der Hypertrophie ausgeschlossen), welche entweder in Folge krankhafter Einflüsse entstanden oder als die Ursache von pathologischen Erscheinungen im Organismus anzusehen sind. Aber auch gegen diese Beschränkung des Begriffes lassen sich gegründete Einwendungen machen, denn man trennt dadurch Vorgänge, welche aus ähnlichen Ursachen, nach denselben Gesetzen stattfinden, und zwischen denen nur der Unterschied obwaltet, daß die einen in den Kreis des normalen

---

[1]) Ueber die Haut als Sinnesorgan siehe den Artikel Tastwerkzeuge bei den Sinnen im dritten Bande.

Anmerk. d. Red.

Lebens fallen, also zur Physiologie gehören, während die anderen, krankhafter Natur, zur Pathologie gerechnet werden. (Vergl. das hierüber in dem Art. »Gewebe in patholog. Hinsicht« S. 815 Gesagte). Die Grenze zwischen Physiologie und Pathologie existirt aber nur in unseren Compendien, nicht in der Natur. In dem Maaße, als es bei dem gegenwärtigen raschen Fortschreiten der medicinischen Wissenschaften gelingen wird, die Pathologie mit der Physiologie in Einklang zu bringen, jene auf diese zu begründen, wird man auch die bisherigen, mehr äußerlichen pathologischen Benennungen verlassen und an ihre Stelle andere Eintheilungen setzen, welche dem innern Zusammenhang der Erscheinungen besser entsprechen.

Aus diesen Gründen können auch die folgenden Bemerkungen über Hypertrophie weder ein abgerundetes Ganze bilden, noch den Gegenstand nach allen Seiten hin vollständig erschöpfen.

Wir betrachten hier an der Hypertrophie: ihre Ursachen und die organischen Processe, durch welche sie zu Stande kommt; die Beschaffenheit hypertrophischer Theile, namentlich die der neu hinzugekommenen und ihr Verhältniß zu den schon früher vorhandenen; ihre Folgen für den Organismus in physiologischer wie in pathologischer Hinsicht: eine etwas speciellere Schilderung einzelner Arten von Hypertrophie soll den Schluß machen.

Die Ursache der Hypertrophie hat man von jeher in einer vermehrten Ernährung des betreffenden Theiles gesucht. Der Ernährungsproceß, im weiteren Sinne aufgefaßt, besteht aber aus zwei entgegengesetzten Vorgängen; aus einer Verflüssigung und Wiederauflösuug derjenigen festen organischen Elemente, welche bereits zu Zwecken des Lebens gedient haben (Resorption, Rückbildung), und aus einem Ansatz von neuen Elementen zum Ersatz des Abganges (organische Apposition, Ernährung im engeren Sinne). Demgemäß unterschied man zwei Arten von Hypertrophie, eine eigentliche, aus abnorm vermehrter Ernährung; — eine uneigentliche, aus abnorm verminderter Rückbildung. Die Frage, ob die letztere Art auch wirklich zur Hypertrophie gehört, ist eine sehr unerhebliche, sie soll uns hier nicht weiter beschäftigen. Ihre Entscheidung beruht ganz darauf, wie weit man den Begriff der Ernährung ausdehnen will. Die Existenz der Hypertrophie aus verminderter Rückbildung wird vorzüglich von Schriftstellern über pathologische Anatomie verfochten die, wie z. B. (Carswell) mehr den Effect, als die Ursache berücksichtigen und überall Hypertrophie sehen, wo ein Theil voluminöser erscheint, als er der Norm nach sein sollte. Sie rechnen zur Hypertrophie aus verminderter Rückbildung hauptsächlich die Fälle, in denen ein Theil nach der Geburt oder in späteren Lebensjahren dasjenige relativ größere Volumen beibehält, welches ihm im Fötalzustande oder im frühesten Lebensalter normal zukam (angeborne Hypertrophie). Hierher gehört vor Allem das Stehenbleiben der Glandula thymus, der Nebennieren auf ihrem früheren Volumen; das Beharren der Leber in ihrem fötalen Zustande, wobei der linke Lappen derselben verhältnißmäßig größer ist, als später; eine angeborne (im Fötus normale) Hypertrophie des Herzens, wobei die Wände der Ventrikel im Verhältniß zur Capacität ihrer Höhlen dicker sind, als im Normalzustande[1]).

Bei weitem die Mehrzahl der Fälle von Hypertrophie haben aber ihren Grund vielmehr in einer vermehrten Ernährung, als in einer gehemmten Rückbildung. Es ist nun von hohem physiologischen Interesse und von der größten praktischen Wichtigkeit, die Ursachen einer local vermehrten Ernährung näher in's Auge zu fassen. Alle Körpertheile bilden und ernähren sich

---

[1]) Carswell, pathol. anat. Hypertrophy. p. 3.

aus der Flüssigkeit, welche, ein mehr oder weniger verdünntes und verändertes Blutplasma, die Wände der Capillaren durchdringt und als allgemeine Ernährungsflüssigkeit alle Zwischenräume zwischen den histologischen Elementen der Gewebe, wie Wasser die Poren eines Schwammes, erfüllt. Es ist höchst wahrscheinlich, daß schon die bloße Vermehrung dieser Ernährungsflüssigkeit an irgend einer Stelle, wenn der Zustand längere Zeit fortdauert, eine vermehrte Bildung von organischer Masse an dieser Stelle, also eine örtliche Hypertrophie bedingen kann. Eine vermehrte Ergießung von Plasma hängt aber ihrerseits ab von gewissen örtlichen Modificationen des Kreislaufes. Sie wird bedingt durch ein langsameres Fließen des Blutes in den Capillaren, und dieses wieder von einer Erweiterung der letzteren. Die Wirkung wird noch gesteigert, wenn zugleich durch Erweiterung der zuführenden Arterien ein vermehrter Zufluß des Blutes nach einem solchen Organe bedingt wird. Eine solche Erweiterung der betreffenden Arterien wird aber bei Hypertrophien gar nicht selten beobachtet. Man bezeichnet doch die hierher gehörigen Erscheinungen mit dem gemeinschaftlichen Namen Congestion. Es ist längs anerkannt, daß eine fortgesetzte Congestion das wesentliche Causalmoment der Hypertrophien bildet. Soll aber eine Congestion Hypertrophie bedingen, so muß noch ein zweites Moment hinzukommen: das Blutplasma muß einen gewissen Reichthum an plastischen Stoffen, namentlich Faserstoff zeigen. Eine gewisse Blutmischung, wo der Faserstoff vorherrscht (entzündliche Diathese), ist daher der Hypertrophie günstig, andere, wo das Blut an plastischen Theilen ärmer ist (Chlorose, erhöhete Venosität), widersetzen sich dem Zustandekommen von Hypertrophien. Bei Wassersucht, wo die Gewebe oft mit einer sehr bedeutenden Menge von organischen Flüssigkeiten geschwängert sind, kommt es doch nicht zu vermehrter Bildung von organischer Masse, ohne Zweifel, weil hier die Flüssigkeit weniger Faserstoff enthält und weniger leicht als Cytoblastem aufzutreten vermag. Aber eine solche, der gewöhnlichen organischen Plasis ungünstige Blutmischung kann gerade zu eigenthümlichen Hypertrophien Veranlassung geben, wie wir weiter unten bei der Fettsucht sehen werden. Ueberdies müssen wir gestehen, daß gegenwärtig eine genaue Würdigung des Einflusses, welchen die Mischung des Blutes auf die Ernährung ausübt, noch sehr mißlich ist; erst fortgesetzte zoochemische Untersuchungen können hier die gewünschten Aufschlüsse geben.

Ein zweites wichtiges Moment bei der Bildung der Hypertrophien ist der Einfluß des Nervensystems. Dieses vermittelt, und gewiß in der großen Mehrzahl der Fälle, die bereits besprochenen Veränderungen im Kreislauf, von welchen die vermehrte Ablagerung des zur Neubildung dienenden Cytoblastems abhängt. Wahrscheinlich wirkt aber das Nervensystem noch auf eine andere Weise beim Zustandekommen von Hypertrophien. Wenn nämlich auch das ergossene Cytoblastem immer die Elemente der Neubildung liefert, so hängt doch die Art der Entwicklung nicht allein von ihm ab, sondern wird hauptsächlich bedingt durch den Einfluß der umgebenden Theile, durch ihren Gesundheits- und Kräftezustand, der seinerseits wieder durch das Nervensystem vermittelt wird. (Vergl. »Entzündung« S. 352 ff.)

Diese allgemeinen Ursachen der Hypertrophie erscheinen aber in den verschiedenen concreten Fällen auf das Mannichfaltigste motivirt: sie werden bald von normalen, zum Wesen des Organismus gehörenden Bedingungen veranlaßt, bald durch äußere, dem Organismus fremde Reize in Wirkung gesetzt, wie wir später, bei Betrachtung einzelner Arten von Hypertrophie sehen werden.

Die histologische Beschaffenheit hypertrophischer Theile, namentlich das

Verhältniß der neu hinzugekommenen zu den bereits früher vorhandenen Elementen ist in den concreten Fällen ebenfalls sehr verschieden. Dieser Gegenstand wurde bereits in den Art. »Entzündung« (S. 350. ff.) und »Gewebe, in pathologischer Hinsicht« (S. 816 ff.) ausführlich besprochen. Man unterscheidet wahre, vollkommene Hypertrophien, wo die neuerzeugten Elemente den schon früher vorhandenen vollkommen gleichen, und falsche, unvollkommene, wo die neugebildeten Theile von den alten verschiedene sind. Die ersteren stehen dann gewöhnlich auf einer niederen Entwicklungsstufe, bilden amorphe Massen, wie bei der entzündlichen, durch geronnenen Faserstoff gebildeten Hypertrophie, oder sie sind erst in der Entwicklung begriffen; die Hypertrophie ist nur vorübergehend unvollkommen und wandelt sich mit der vollendeten Entwicklung der neuen Elemente in eine vollkommene um. In anderen Fällen endlich ist die Hypertrophie bedingt durch Ablagerung von Tuberkelmasse, Carcinom u. dergl. (bösartige Hypertrophie): dann sind natürlich die alten Theile wesentlich von den neuen verschieden.

Die Folgen der Hypertrophie für den Organismus sind sehr verschieden. Bisweilen ist der Zustand ganz unschädlich, in anderen Fällen aber giebt er Anlaß zur Krankheit und kann selbst zum Tode führen. Diese Verschiedenheit hängt aber hauptsächlich ab: von der Art der Hypertrophie, von ihrer Einwirkung auf die Function des ergriffenen Organes und von der Dignität des letzteren. Bösartige Hypertrophien werden dadurch schädlich, daß die Masse des Pseudoplasma ihrer Natur nach in Erweichung übergeht und das ergriffene Organ in diesen Proceß mit hineinzieht. Gutartige Hypertrophien schaden, indem sie die Function des ergriffenen Organes beeinträchtigen, so namentlich die falschen Hypertrophien, oder dieselbe abnorm erhöhen (Hypertrophie des Herzens). Ihr Hauptnachtheil ist aber gewöhnlich ein mechanischer, indem sie auf benachbarte Theile drücken, diese beeinträchtigen, Kanäle verschließen u. s. w. Deßhalb hängt die pathologische Bedeutung der Hypertrophien in der Mehrzahl der Fälle von ganz zufälligen Umständen ab (Größe, Form, umgebende Theile) und läßt sich nicht wohl von einem allgemeinen Gesichtspunkt aus betrachten.

Wir wollen nun, zur Erläuterung des Vorstehenden, einige der wichtigeren Hypertrophien etwas näher in's Auge fassen.

Zu den wichtigsten und zugleich häufigsten Hypertrophien gehören diejenigen, welche im Bereiche des Muskelsystems vorkommen. Jede sehr lange fortgesetzte Steigerung der Thätigkeit eines Muskels bewirkt eine allmälige Vermehrung seines Volumens, eine Hypertrophie desselben. Dabei wird ohne Zweifel die Masse seiner Primitivfasern vermehrt, nicht aber die Größe der einzelnen. Dieß gilt sowohl für die willkürlich beweglichen Muskeln mit quergestreiften Primitivbündeln, als auch für die nicht willkürlich beweglichen, sogenannten organischen. Der Hergang dabei ist wahrscheinlich der, daß die erhöhete Thätigkeit der Muskelfasern durch Reflexwirkung eine Erweiterung der Capillargefäße, überhaupt Congestion bedingt, woraus dann vermehrte Aussonderung von Plasma und vermehrte Ernährung resultirt. Bezieht sich eine solche Hypertrophie auf äußere Muskeln des Stammes oder der Extremitäten, so folgt daraus kein Schaden für den Organismus. So sind bei Tänzern die Muskeln der unteren Extremitäten; bei Personen, die fortgesetzt ihre Arme anstrengen, z. B. bei Grobschmieden, die der oberen Extremitäten übermäßig entwickelt, aber Niemand denkt dabei an eine Krankheit, ja man wagt es kaum, den Zustand den Hypertrophien beizuzählen, wiewohl er in jeder Hinsicht dazu gehört. Eine vorübergehende, dem gesunden Zustande an=

gehörige Hypertrophie von Muskelsubstanz kommt vor beim Uterus in der Schwangerschaft; dieses Gebilde wird nicht nur blutreicher, sondern auch voluminöser und offenbar nehmen seine Muskelfasern an Zahl zu. Krankhafte Hypertrophien von muskulösen Organen, die einen nachtheiligen Einfluß auf Gesundheit und Leben ausüben, sind die des Herzens und der Muskelhaut des Darmkanales. Sie kommen aber durch dieselben Bedingungen zu Stande, wie die oben erwähnten Hypertrophien äußerer Organe, durch eine lange Zeit fortdauernde erhöhete Thätigkeit des Organes. So bilden sich Hypertrophien der Muskelsubstanz des Herzens, wenn Hindernisse zugegen sind, welche das Ausfließen des Blutes in die Aorta oder Art. pulmonalis erschweren; Hypertrophien des Darmkanales, wenn durch Stricturen oder äußere Hindernisse die Fortbewegung seiner Contente erschwert oder gehemmt wird. Dieselben Hypertrophien bilden sich aber auch durch lange fortdauernde Congestion, durch chronische Entzündung. Beide Arten von Hypertrophien werden auf mechanische Weise schädlich: die des Darmkanales, indem sie Stricturen veranlassen, und so die Fortbewegung des Darminhaltes stören; — die des Herzens, indem der hypertrophische Ventrikel sich nur unvollkommen erweitert, und so ein Theil der normalen Blutmenge nicht eintreten kann, wodurch Stockungen in den Lungen oder im Venensysteme entstehen.

In drüsigen Organen sind Hypertrophien nicht selten, hier werden aber häufig die verschiedenartigsten, oft nur vorübergehenden Volumsvermehrungen zu den Hypertrophien gerechnet. Manche derselben beruhen nur auf einer Ueberfüllung mit Blut; so viele Vergrößerungen der Milz. Doch giebt es auch wahre Hypertrophien dieses Organes, namentlich in Folge von Wechselfiebern. Die histologische Untersuchung weis't in ihnen nichts Abnormes nach, nur eine Vermehrung der normalen Elemente. Ihre Aetiologie ist nicht klar, sie entstehen aber wahrscheinlich durch lange fortdauernde Congestion. Hypertrophien der Brüste kommen neben vorübergehenden Anschwellungen dieser Organe als bleibende Volumsvermehrung vor. Sie sind nicht histologisch untersucht, bestehen aber wahrscheinlich aus neugebildetem Zellgewebe und Fett. Die häufigen Hypertrophien der Glandula thyreoidea zeigen einen verschiedenen histologischen Bau. Ihre genauere Kenntniß wird dadurch erschwert, daß auch der normale Bau dieses drüsigen Gebildes nicht hinreichend klar ist. Sie scheinen bald in einer Vermehrung des normalen Gewebes zu bestehen, wobei aber der zellige Bau des Organes deutlicher wird und runde, leimähnliche Massen (Colloide) in demselben hervortreten; bald vergrößern sich nur einzelne Zellen, füllen sich mit einer dicklichen Flüssigkeit und bewirken eine locale Zunahme der Drüse (Struma cystica, lymphatica). Die Aetiologie dieses Vorganges ist trotz des häufigen Vorkommens noch dunkel. Bisweilen scheinen klimatische und endemische Verhältnisse dabei mitzuwirken, — aber wie? — wohl nur in seltenen Fällen giebt eine reine Congestion zu ihrer Bildung Veranlassung[1]). Hypertrophie der Lymphdrüsen kommt sehr häufig vor als Folge von Scrophulosis, zugleich mit Anschwellungen anderer Organe, der Oberlippen, der Knochen. Diese Hypertrophie ist immer eine falsche, bedingt durch Ablagerung von amorphen, sehr wenig zur Organisation geneigten Proteinverbindungen. Man erklärt diese Vorgänge durch Abnormitäten der Blutbildung, des localen Kreislaufes und Nerveneinflusses, aber dies sind bloße Redensarten, Beweise, daß wir vom eigentlichen Hergang nichts wissen.

---

[1]) Ph. J. v. Walther, neue Heilart des Kropfes durch die Unterbindung der oberen Schilddrüsen-Schlagadern.

Eine eigenthümliche Art von Hypertrophie ist die des Fettgewebes, die Fettsucht (Polysarkia, Obesitas). Histologisch betrachtet ist sie eine wahre Hypertrophie; das neugebildete Fett unterscheidet sich nicht von dem normalen Fettzellgewebe. Aber ihre Entstehungsweise ist wesentlich verschieden von der der meisten localen Hypertrophien. Hier sind die Ursachen nicht locale Aenderungen des Nerveneinflusses und des Kreislaufes, sondern allgemeine Aenderungen in den Ernährungsverhältnissen, die einen Ueberfluß von Fett im Körper erzeugen, welcher dann zu einer Vermehrung des normalen Fettgewebes verwandt wird. Die Bedingungen der Fettsucht sind vorzüglich: reichliche, namentlich saftige, amylonreiche Nahrung; geringer Stoffwechsel und verminderte Respiration, bedingt durch geistige und körperliche Ruhe und erschlaffende Einflüsse. Wie man sich aus diesen Verhältnissen nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von der Ernährung eine vermehrte Fettbildung erklären kann, ist schon im Artikel Ernährung (S. 451) besprochen.

Daß sich bei den verschiedenen Ursachen der Hypertrophie keine allgemeinen Grundsätze für die Heilung derselben aufstellen lassen, versteht sich aus dem Vorhergehenden von selbst.

J. Vogel.

Instinct.

Zwischen die Bewegungen, welche unbelebte Massen durch die nach dem Sprachgebrauche der Physik ihnen inhärirenden mechanischen Kräfte hervorbringen oder von anderen erleiden, und jene anderen, die von selbstbewußten Wesen nach deutlich erkannten Zwecken willkürlich erregt werden, tritt für die umfassende Betrachtung der Naturerscheinungen die mannichfaltige Gruppe der instinctartigen Bewegungen in die Mitte, auf eine eigenthümliche Weise die charakteristischen Merkmale beider entgegengesetzten Arten in sich vereinigend. Einem genau bestimmten Plane mit der angemessensten, selbst in gewissen Grenzen den veränderlichen Umständen sich anpassenden Auswahl der Mittel zustrebend, zeigen uns doch diese Bewegungen nicht so unverkennbar die Merkmale eines durch das Selbstbewußtsein erkannten und gewollten Zieles, daß wir sie ohne allen Vorbehalt als freie Handlungen eines thätigen Subjects ansehen möchten. Aber anderseits tragen sie auch nicht den Anschein eines so völlig von inneren Motiven entblößten, nur einem allgemeinen Gesetze passiv folgenden Geschehens, daß wir sie gleich den Gegenwirkungen unbelebter Körper nur als determinirte Folgen gegebener Gründe dem allgemeinen Begriffe der durch ihre Ursachen hervorgebrachten Wirkung unterordnen dürften. Dieser Widerstreit einer innern Bestimmung, welche den Mechanismus, und eines unwiderstehlichen, im Ganzen keiner Abänderung unterworfenen Dranges, der die Willkürlichkeit zu beeinträchtigen scheint, gestattet uns also keinen der beiden deutlichen Begriffe anzuwenden, die wir sonst über die Entstehung von Bewegungen

haben. Die Instinctbewegungen können weder im vollen Sinne Handlungen eines Subjects, noch auch Wirkungen von Ursachen sein; sie scheinen als etwas Mittleres betrachtet werden zu müssen, dessen Eigenthümlichkeit bald durch traumhafte Ideen, von denen die Thiere umhergetrieben werden (Cuvier), bald durch ein Uebergreifen der organisirenden Lebenskraft über die Grenzen des Körpers (Autenrieth), bald durch determinirte Seelenkräfte, einen gewissermaßen unwillkürlichen Willen (Reimarus), mit den nothwendigen Voraussetzungen unsers Verstandes versöhnt werden sollte.

Vielleicht ist indessen dieser Gang der Untersuchung nicht ganz der richtige gewesen, indem man das Verhältniß zwischen Mechanismus und Freiheit, welches mir in der That bei der Frage nach dem Instinct einen sehr untergeordneten Werth zu haben scheint, in einer Weise sich unrichtig vorgestellt hat, die allerdings die Anwendung beider jener Begriffe zur Erklärung der Instinctbewegungen unmöglich machen müsse. Nachdem so viele bedeutende Geister mit so viel Liebe und doch wenig Erfolg diesen Gegenstand durchforscht haben, hoffe ich nicht, in diesen wenigen Zeilen einen großen Fortschritt der Erklärung herbeizuführen. Mein Zweck ist nur dieser, mit Umgehung alles beschreibenden Details, welches man mit eben so viel Vollständigkeit als Eleganz in Autenrieth's gedankenreicher Abhandlung[1]) über unsern Gegenstand findet, durch Feststellung einiger psychologischen Grundlagen einer künftigen Lösung einigermaßen vorzuarbeiten.

Indem ich voraussetze, daß vielleicht einige der niedrigsten Instinctbewegungen sich vollkommen als Resultate eines physikalischen Mechanismus ansehen lassen und eben deßhalb keine weitere principielle Erklärung bedürfen, glaube ich doch, daß jetzt Niemand mehr diese Ansicht so auf alle thierischen Instincte ausdehnen wird, wie dies etwa zu Ende des vorigen Jahrhunderts und noch früher in manchen mechanistischen Philosophien geschah. Nur das, was Autenrieth namentlich als Instincte der Pflanzen bezeichnete, die Bewegungen der Mimosa, der Dionaea, der Vallisneria und ähnliche, glaube ich allerdings jener Erklärungsart vollkommen zuweisen zu müssen; es sind Erscheinungen, die entweder nur auf äußere Reize erfolgen, oder an bestimmte vegetative Entwicklungszustände gebunden sind, oder so rhythmisch mit allgemeinen Verhältnissen des Aeußern zusammentreffen, daß wir in ihnen keinen Anschein selbstständiger innerer Bestimmung mehr finden. In der Voraussetzung also, daß kein Instinct eine bloß physikalisch-mechanische Bewegung sei, sondern daß, um es allgemein auszudrücken, der Anfangspunkt der Bewegung irgend ein psychischer Vorgang sei, scheint mir die ganze Untersuchung in zwei Fragen zu zerfallen; 1) wie man überhaupt sich diesen psychischen Anfang der Bewegung zu denken habe, und in welcher Beziehung hier der individuelle Wille zu den zwangsmäßigen Aeußerungen des Instincts stehe; 2) woher jene psychischen Vorgänge überhaupt kommen, und wie namentlich jene Traumideen Cuvier's erklärt werden können, in denen wir später allerdings mehr, als einen bloß treffenden Vergleich finden werden. Wir kennen aus unmittelbarer eigener Beobachtung auch nur unsere eigene Seele; an diese müssen wir zunächst anknüpfen; die Seelen der Thiere sind uns nicht unmittelbar klar, vielmehr um sie in ihren Eigenthümlichkeit kennen zu lernen, haben wir fast keine andere Anknüpfungspunkte, als die nämlichen Erscheinungen des Instincts, über deren Räthselhaftigkeit

[1]) Ansichten über Natur- und Seelenleben. 1836.

wir klagen. Wir haben daher keinen andern Weg vor uns, als diesen, die Analogien aus unserer eigenen innern Erfahrung mit den Thatsachen der Beobachtung der Thiere und allgemeinen psychologischen Ansichten zusammenzuhalten.

I. In einem andern Aufsatze [1]) ist umständlicher der Schwierigkeiten gedacht, die sich überhaupt bei der Erläuterung des Einflusses der Seele auf den Körper zu erheben scheinen. Bei dieser Frage, deren Auflösung allerdings nicht ohne die Zuziehung eines gewissen Mechanismus gelingen kann, wendet man doch oft mechanische Principien gerade da an, wo allein sie unstatthaft sind; man verlangt nämlich eine zwischen Geistigem und Materiellem zwischen inne schwebende Maschinerie, durch welche der Einfluß der Seele überhaupt zu einer massenbewegenden Kraft werde; diese Maschinerie selbst aber hält man nun für eine ganz nach dem Belieben und der Willkür der Seele zur Anwendung gelangende, so daß die Seele über sie vollkommen dieselbe unbeschränkte und arbiträre Herrschaft ausübe, welche sie auf die Materie unmittelbar nicht erstrecken konnte. Man vergißt also, daß gerade hier in der That ein gesetzmäßiger Mechanismus gefordert sei, welcher bestimmte Zustände der Seele mit bestimmten des Körpers verknüpft. Es ist an dem angeführten Orte gezeigt, daß jene erste Frage nach der Art und Möglichkeit des Zusammenhanges zwischen Körper und Seele überhaupt, für die Wissenschaft nur einen sehr geringen Werth hat und im Grunde sich in sich selbst auflös't. Setzen wir daher jetzt voraus, daß die scheinbare Schwierigkeit dieses Punktes hinwegfalle, so können wir uns sogleich mit der andern, in der That wichtigen Frage beschäftigen: unter welchen Bedingungen und nach welchen Gesetzen die Seele im Stande sei, jene allgemeine Möglichkeit des Einflusses auf den Körper, den ihr ein irgendwie beschaffener, ein für allemal constanter Zusammenhang mit demselben gewährt, zur Hervorbringung der bestimmten concreten Bewegungen des Körpers zu benutzen. Wir wollen also wissen, wie die in abstracto oder im Allgemeinen den Körper beherrschende Willkür der Seele es anfängt, um etwas Bestimmtes in der That hervorzurufen.

1. Die einfachste Benutzung jenes Einflusses ist der Gebrauch der Glieder überhaupt und die Fähigkeit, ihnen bestimmte locale Directionen zu geben. Mit Recht hat schon Reimarus auch dieses einfachste Phänomen zu den Instincten gezählt, denn allerdings kommen schon hier jene Principien zum Vorschein, welche auch die zusammengesetztesten Instincthandlungen mit zu bedingen scheinen. Nehmen wir an, es handle sich darum, die Hand an eine Stelle des Körpers zu bringen, welche durch einen Reiz berührt worden ist. Die Seele kenne zwar die Lage dieser Stelle gegen andere Körpertheile, sie übersehe selbst die Bahn, welche die Hand bis zur Berührung durchlaufen muß, wie wird sie nun dennoch es anfangen, um den hier dienlichen Muskeln einen Impuls zu geben, aus dem das wirkliche Durchlaufen dieser Bahn hervorgeht? Daß alle Kenntniß der Oertlichkeit durch den Gesichtssinn, so vollständig sie auch immer sein mag, nichts zur Erklärung beiträgt, wie die Seele die Mittel zu den gewünschten localen Directionen zu benutzen lerne, ist immer eingestanden worden, und man hat in der Regel die Erklärung dieser Fähigkeit aus den Associationen verschiedener Stellungen der Glieder mit den Gefühlen, die sie erregen, hergeleitet. Gleich nach der

[1]) Ueber Leben und Lebenskraft. III. 3.

Geburt, behauptet Herbart [1]), entstehen aus bloß organischen Gründen unabhängig von der Seele gewisse Bewegungen in den Gelenken; jede erregt in der Seele ein bestimmtes Gefühl, wird aber zugleich durch das Gesicht wahrgenommen. So assoeiire sich also die Vorstellung von der bestimmten Lage des Gliedes mit einem bestimmten Gefühl, und so oft später jene Stellung des Gliedes um irgend eines zu erreichenden Zweckes willen gewünscht wird, entsteht der Seele zunächst wieder dies Gefühl, welches nun rückwärts auch die wirkliche Bewegung reproducire. So sehr ich die Anwendbarkeit dieser auch außerdem sehr verbreiteten Associationstheorie anerkenne, so muß ich doch ihre Hinlänglichkeit zur Erklärung im Allgemeinen bestreiten. Es scheint mir unwahrscheinlich, daß bei dem stumpfen Unterscheidungsvermögen für Empfindungen, und dem schwachen Gedächtniß in den ersten Lebenstagen, wohin doch die Begründung solcher Associationen größtentheils fallen müßte, gerade jene undeutlichen Pereeptionen, die aus der verschiedenen Lage der Gelenke entstehen können, sich so fest und bestimmt erhalten sollten, um später auf eine so künstliche Weise durch den Zweck reproducirt, selbst wieder die Bewegung reproduciren zu können. Diese Theorien sind wohl zumeist nicht sowohl aus der Beobachtung, als aus der anschauungslosen Erinnerung an das menschliche Kind hervorgegangen, wo die langsame Entwicklung der körperlichen Fähigkeiten, während die geistigen verhältnißmäßig weit vorausgeeilt sind, ein solches Lernen des Körpergebrauchs durch Vorstellungsassociationen wahrscheinlich machen könnte. Aber das Hühnchen, das aus dem Eie kommt, das Böckchen des Galenus, das aus dem Mutterleibe geschnitten, herumsprang, überhaupt alle Thiere, deren Kindheit sehr kurz ist, haben unmöglich sich solcher Associationen bedienen können. Auch würden wir bei näherer Betrachtung bald voraussetzen müssen, daß die Vorstellungen, die sich hier etwa verbunden hätten, unbewußte gewesen wären. Ueberall aber, wo wir auf die Forderung verwickelter Verhältnisse zwischen unbewußten Vorstellungen kommen, werden wir besser thun, nachzusehen, ob nicht der Mechanismus allein zur Erklärung hinreiche, ohne daß wir den in sich selbst dunklen und zu jeder unwissenschaftlichen Ausflucht dienlichen Begriff unbewußter Vorstellungen anzuwenden genöthigt sind. Es scheint mir gewiß, daß der Gebrauch der Gliedmaßen viel bestimmter durch einen physiologischen Mechanismus determinirt ist, als man sonst annahm, und daß dieser schon lange stattfindet, ehe die Seele, in diesem Bezuge ganz nach Reil's Ausdruck der Parasit des Körpers, sich seiner bemächtigt, und ihn als ein gutes Hülfsmittel zu ihren eigenen Zwecken benutzt. Die Natur muß der Seele recht eigentlich die Hand führen, damit sie in dem ihrem eigentlichen Wesen fremden Lande der Räumlichkeit und Materialität sich orientire, und was ihren eigenthümlichen Beschäftigungen ganz disparat ist, die räumlichen Bewegungen dirigiren lerne. Mit dem äußeren Reize, der eine Stelle des Körpers trifft, muß entweder eine bestimmte automatische Bewegung oder doch der Trieb zu einer solchen bereits gegeben sein, und eben dies bildet eine bestimmte Association von Vorgängen, welche die Seele zu ihren Zwecken zwar benutzen oder hemmen, zwar vielfach zweckmäßig weiter combiniren, aber in ihren einfachsten Elementen nicht erfinden noch construiren kann. Hätten die Physiologen nicht empirisch die Reflexbewegungen aufgefunden, so würde man sie psychologisch haben postuliren müssen; leider hat man mehrfach gerade diese Erscheinungen, welche allein

[1]) Psychologie. II. 464.

die Seele zur Hervorbringung zweckmäßiger Bewegungen des Körpers befähigen, selbst wieder aus einem unbewußten, und dennoch zweckmäßig wählenden Willen ableiten zu müssen geglaubt. Auf diese Weise würde eins der vortrefflichsten Hülfsmittel der Psychologie unbenutzt verloren gehen. In den Reflexbewegungen auf äußere Reize zeigt es die Natur durch rein physikalische Zusammenhänge der Seele, welche Bewegungen jetzt zweckmäßig sind; sie lehrt ihr die Lage der Theile, indem sie sie nicht einem unbestimmten Suchen überläßt, sondern sogleich selbst ein Glied nach der verletzten Stelle hinbewegt. Der Seele also, dem immateriellen, unräumlichen Wesen liegt es nicht ob, zu einer intendirten Bewegung die nothwendigen Anregungen an die motorischen Nerven, die sie gar nicht kennt, zu vertheilen; wie würden sie im Stande sein, gerade die dienlichen herauszugreifen, wenn diese sich nicht von selbst darböten, indem der äußere Reiz nicht nur Empfindung und Vorstellung erzeugt, sondern zugleich die motorischen Thätigkeiten, wenn auch noch so leise anstößt, so daß sie sich selbst der Seele als schlagfertig ankündigen, und diese den Mechanismus nur gewähren zu lassen braucht?

Ich gebe zu, daß das, was man gewöhnlich Reflexbewegungen nennt, noch ein sehr unausgebildetes und unzulängliches Hülfsmittel ist, das nicht alle Fälle der hier behandelten Frage deckt. Allein überhaupt wünsche ich nur, daß diese Bewegungen als offen vorliegende Beispiele einer aus theoretischen Gründen viel allgemeiner anzunehmenden Einrichtung angesehen werden, die in anderen Fällen unserer Beobachtung entgeht. Anreihen können wir ihnen noch die Thätigkeiten, welche die Balance und die einfache Locomotion des Körpers bedingen, die wir ebenfalls fortbestehen sehen, wenn aller Einfluß des individuellen Willens oder der Ueberlegung wenigstens für unsere Beobachtung wegfällt. Dagegen ist es ein auch durch die Associationstheorie unlösliches Räthsel, auf welche Weise die durch das Gesicht wahrgenommene Oertlichkeit eine Direction der Bewegungen nach diesem scheinbaren Orte hervorbringt. Außerdem muß nun zugestanden werden, daß diese einfachsten, durch den physiologischen Mechanismus gegebenen Bedingungen durch hinzutretende Associationen außerordentlich ausgebildet und nach Ueberlegung mannichfach combinirt werden können. Sie verhalten sich wie die Buchstaben des Alphabets, die zur vernünftigen Sprache verwandt werden; neue Worte können in's Unendliche geschaffen werden, aber neue Buchstaben oder einfache Laute können wir nicht erfinden, sondere nur benutzen, was uns die Natur suggerirt. So sehen wir nun auch diese einfachsten Reflexbewegungen, deren wir gedachten, im Leben sehr selten hervortreten; sehr häufig dagegen an decapitirten Thieren, deren Rumpf sich ohne Ueberlegung und durch seine mechanischen Mittel erhält. Der geköpfte Frosch, den man kneipt, bewegt seine Pfote abwehrend und zurückstoßend nach der Stelle des Reizes, wo das vollständige Thier sein Heil in der Flucht gesucht hätte, wohlwissend, daß jene Bewegungen zwar an sich selbst zweckmäßig, aber den Verwicklungen der Umstände nicht gewachsen waren. Der Gebrauch der Glieder also, insofern er überhaupt in einer localen Direction derselben besteht, ist keine unabhängig Alles selbst vollziehende That der Willkür, sondern nur eine Benutzung des vorhandenen Mechanismus, dessen Ablauf die Seele nur wollen oder nicht wollen, keineswegs aber selbst erst in seinen Einzelheiten einrichten kann.

2. Gruppenweis zusammengeordnet finden wir combinirtere Bewegungen, die zur Abwehr von Schädlichkeiten dienen sollen und bei denen

eben deßwegen die Tendenz zur Bewegung, durch den Reiz veranlaßt, so heftig auftritt, daß in den meisten Fällen die Seele sie nicht einmal durch eine willkürliche Gegenbewegung hemmen kann, z. B. Husten, Niesen. Wie wenig die Seele an der zweckmäßigen Einrichtung dieser Bewegungen Antheil hat, sieht man daraus, daß sie dieselbe oft nicht begreift, nachdem sie da sind, noch viel weniger aber sie erfinden würde. Man frage Jemand, wie er es anfangen werde, um einen fremden Körper aus der Luftröhre zu entfernen? Er wird wahrscheinlich eher auf Tracheotomie rathen, als auf Husten. Daraus und aus der Unwillkürlichkeit des Eintretens können wir schließen, daß auch diese Bewegungen völlig vorgearbeitete Effeete mechanischer Bedingungen sind, mit denen die Natur, mißtrauisch gegen den Erfindungsgeist der Seele, den Körper ausstattete. Wie schlecht würde es in der That um unsere Gesundheit stehen, sollte die Ueberlegung sie vertheidigen und nicht der Mechanismus! Was nun hier zum Schutze des Körpers und in einfachen Verhältnissen vorhanden ist, vielleicht finden wir dies in reicherer Ausbildung in einigen Formen des Instincts auch zu anderen Zwecken verwandt, deren Erfüllung die Natur ebenfalls der dem Irrthum unterworfenen Seele entziehen wollte. Ein unrichtiges Princip wird es wenigstens nicht sein, anzunehmen, daß alles Zweckmäßige, was von vielen Exemplaren einer Gattung stets auf die nämliche Weise ausgeübt wird, nicht aus dem Willen der individuellen Seele, sondern aus gegebenen Bedingungen der Organisation mit mechanischer Nothwendigkeit folge. Nur was augenscheinlich zwar mit Berechnung, aber in verschiedenen Fällen verschieden, oft verfehlt und unzweckmäßig geschieht, nur dies gehört unbestritten der zweckmäßig wollenden, aber vielfältig irrenden Seele.

Man verstehe dies nun nicht so, als sollten alle die complicirten Bewegungen, welche die Thiere, namentlich bei der Ausübung ihrer Kunsttriebe vollziehen, in ihrer rhythmischen Aufeinanderfolge unmittelbar als Effecte einer vorgebildeten mechanischen Einrichtung ihres Nervensystems angesehen werden. Es gehört dies offenbar zu den oben abgewiesenen mechanischen Ansichten; die Reihe von Bewegungen, die wir hier beobachten, kann nicht wie eine Melodie, von einer Walze abgespielt werden. Aber die einzelnen Manipulationen, aus denen die Reihe besteht, kann man sich organisch präformirt denken, und sie werden wahrscheinlich oft schon durch die physiologische Tendenz zur Bewegung, die in der Structur der Theile liegt, nur als spielende Bewegungen hervorgerufen und eingeübt, ehe sie sich associiren und zweckmäßig zur Instincthandlung verwandt werden. Nur das Einzelne also kann Mechanismus sein, die zweckmäßige Verbindung desselben aber eine Usurpation dieser organisch gegebenen Mittel durch die Seele.

3. Bei den bisher angeführten Bewegungen war der Einfluß der Seele überhaupt nur zufällig; bei den mimischen Bewegungen und der Sprache tritt dagegen offenbar ein psychischer Vorgang als Anfangspunkt der Bewegung auf, aber können wir von ihm mehr sagen, als daß auch er nur eine Veranlassung zum Ablauf eines schon vorgebildeten Mechanismus ist, den er höchstens weiter zu benutzen, aber nicht von vorne herein zu machen weiß? Von der bestimmten Art der Veränderung in den Gesichtszügen bei Freude, Trauer und anderen Affecten läßt sich für unsern Verstand weder Zweck noch Grund angeben. Könnte auch der erste darin gesucht werden, daß das Gesicht als Spiegel der Seelenstimmung ein Organ der Mittheilung sein soll, so ist doch keine Nothwendigkeit des Begriffs vorhanden, warum Freude durch Lachen, Trauer durch Weinen und nicht umgekehrt ausgedrückt werden

müßte. Für die Seele kann es daher gar keinen bewußten Entscheidungsgrund geben, sich der einen oder der andern mimischen Bewegung zu bedienen; ob daher zwar wohl ein geistiges Element, der Affect, hier der Anfangspunkt der Bewegung ist, so ist er es doch nur insofern, als er durch einen Mechanismus mit einer bestimmten Bewegung ein für allemal zusammengespannt ist. Er ist daher die Veranlassung zu ihrem Auftreten, aber nicht der Grund ihrer Qualität, die er gar nicht selbst wählen oder bestimmen kann. Geberden sind daher in ihren einfachen Grundzügen allen Nationen gemein, sie sind nie erfunden worden, und ihre künstlerische Nachbildung ist so schwer, daß sie dann am meisten geschätzt wird, wenn sie wie aus einem natürlichen Instinct hervorgegangen erscheint. Die mimischen Bewegungen können wir daher für wahren Instinct ansehen; der Körper folgt hier mit mechanischer Nothwendigkeit dem Zustande der Seele, und doch enthielt diese ihrerseits gar nicht den Willen, jene Bewegungen hervorzubringen. So zeigt sich hier vollkommen jener scheinbare Widerstreit zwischen Mechanismus und Freiheit, den wir oben als das Charakteristische des Instincts bezeichneten.

Aehnliches müssen wir von der Sprache sagen. Innere Zustände, Aufregungen des Gemüths durch Töne auszudrücken, treibt Thier und Menschen ein physiologischer Mechanismus, der selbst bei Anacephalen sich zuweilen noch wirksam bewies; wir wissen nicht, worin der Nutzen des lauten Schreiens bestehen mag, in das wir bei Schmerzen ausbrechen; auch dies also kann keine von einem besondern individuellen Willen der Seele ausgehende Handlung sein. Fragt man, warum alle Völker der Tonsprache, nicht der Fingersprache sich bedienen, so beruht dies gewiß nicht auf einer abenteuerlichen Ueberlegung des größeren Nutzens, den die erste gewährt, sondern darauf, daß kein Naturtrieb den Menschen zu telegraphischen Gesticulationen als Ausdruck innerer Zustände zwingt, während die Töne ihm durch einen physiologischen Mechanismus suggerirt werden als das passendste Mittel, gestaltlosen Gedanken eine Form zu geben. Der Mensch als Geschöpf betrachtet, sagt Wilh. v. Humboldt[1]) mit Recht, ist ein singendes Geschöpf, aber Begriffe mit den Tönen verbindend. Einen einfachen physiologischen Mechanismus hat hier die Gewalt der Seele ergriffen, und zu ihren höheren Zwecken ausgebildet; überhaupt ihrer Herrschaft unterworfen. Schweigen lernen wir erst im Laufe des Lebens, nachdem wir früher sprechen gelernt.

4. In den vorigen Beispielen, so weit die darin aufgeführten Bewegungen von allen später erlangten Combinationen getrennt gedacht werden, war kein ausdrücklicher Wille wirksam, sondern einem Gefühls-Zustande der Seele folgte eine mit ihm ganz incommensurable Bewegung mit Nothwendigkeit. Es giebt jedoch auch viele Fälle, wo Vorstellungen von Bewegungen in Bewegungen selbst übergehen, ohne daß ein bewußter Einfluß des individuellen Willens bemerkbar wäre. Außer den Nachahmungsbewegungen, die Joh. Müller treffend beschrieben hat, gehören hierher selbst jene traurigen Ereignisse, wo der Gedanke eines Verbrechens, das nicht gewollt, sondern im Gegentheil verabscheut worden ist, dennoch, nachdem es durch vielfältige Associationen immer wieder in das Bewußtsein zurückgekehrt ist, endlich die entsprechenden Muskelbewegungen hervorruft, die zur Consummation des factischen Thatbestandes des Verbrechens führen. Daß solche Hergänge wirklich stattfinden, wird für gleichgiltige Angewohnheiten, oder

[1]) Ueber die Kawi-Sprache.

für Vorstellungen von Handlungen, die kein moralisches Interesse haben, leicht zugegeben, aber Richter und Criminalpsychologen sind im Allgemeinen wenig geneigt, dieses psychologische Factum in Bezug auch auf schwere Fälle zuzugeben, indem ihnen mit Unrecht die Frage nach der Zurechnung durch eine solche willenlose und instinctartige Verübung von Verbrechen in Verwirrung zu gerathen scheint. Allein offenbar besteht eben darin das Verbrecherische der That, daß dem psychologischen Mechanismus gestattet worden ist, bis zu seinem Ziele abzulaufen, gleich als gebe es gar keine Verpflichtung, denselben durch die Energie des Willens aufzuhalten. Diese Rücksicht darf uns daher nicht abhalten, das psychologische Factum anzuerkennen, daß viele selbst sehr complicirte Handlungen, und unter ihnen auch manche Verbrechen, ohne bestimmten Willen vollführt werden, wenn die Vorstellung einer That, von allen Seiten durch andere Vorstellungen immer wieder erweckt und verstärkt, allmälig allen andern Inhalt des Bewußtseins verdrängt und zu dessen herrschender Anfüllung wird. Worüber wir lange brüten, das thun wir zuletzt, ohne es doch zu wollen. Ein seltsamer Grund ist von empirischer Seite her gegen die Annahme geltend gemacht worden, daß auf Vorstellungen von Bewegungen auch Bewegungen selbst folgten; denn wir wußten recht wohl, daß der bloße Gedanke einer Bewegung des Arms denselben nicht beuge, sondern daß der Wille hinzukommen müsse. Hierüber kann man jedoch kein Experiment machen, welches nicht die Bedingungen eines möglichen Erfolgs selbst wieder aufhöbe. Beobachten wir unsere Hand mit der Vorstellung ihrer Bewegung, und warten nun ab, ob diese eintreten werde oder nicht, so ist offenbar die Vorstellung des Eintretens der Beugung und die Vorstellung ihres Nichteintretens im Gleichgewicht; hier kann also nicht eher etwas folgen, als bis der Beobachter aufhört, unparteiisch zu sein, d. h. bis die Vorstellung der Beugung jeden Widerstand der entgegengesetzten, überhaupt jeden Zweifel überwunden hat. Die bloße Stärke oder Lebhaftigkeit einer Vorstellung ist es zwar wohl nicht, wovon der Uebergang in wirkliche Bewegung abhängt; allein was auch die Psychologie als die wahre Bedingung dafür angeben mag, jedenfalls werden die meisten Handlungen unseres gewöhnlichen Lebens auf diesem Wege mechanischer Administration vollzogen und gelangen gar nicht erst nach einer Entscheidung des Willens zur Wirklichkeit. Erst wenn verschiedene Vorstellungen gegen einander streben, entsteht der Zweifel und die Ueberlegung, aus ihr der bewußte Entschluß, der allein uns eine Garantie dafür giebt, daß die ausgeübte Handlung in der That von uns gewollt worden, daß sie nicht bloß aus der Verbindung des psychologischen Mechanismus mit den körperlichen Functionen entstanden ist. Vergleichen wir diese dem Menschen eigenen Bewegungen mit denen der Thiere, so können wir wenigstens zwei Erscheinungen an den letzteren hier anreihen, die Spielbewegungen namentlich junger Thiere und die eigenthümlichen Laute und Gesangsweisen. In beiden ist der Anfangspunkt ein psychischer Vorgang; wohl kaum eine bestimmte Vorstellung, sondern eine Gemüthsbewegung, die hier ihren Ausdruck wie die Affecte in der Physiognomie finden. Die Laute der Thiere scheinen durchgängig von ihrer Organisation abzuhängen; ihre Verbindung zu Gesängen bei den Vögeln bedarf zur Erklärung keiner angebornen Melodie; diese Gesänge verdanken ihren Reiz mehr der Scenerie der umgebenden Natur und dem timbre des Organs; an sich sind sie, musikalisch betrachtet, meist reizlose Bewegungen in chromatischen Intervallen, und ihre Variationen sind meist nur so groß, wie die Verschiedenheiten der Sprünge spielender Thiere, nur daß

sie hier nicht mit den Beinen, sondern mit den Stimmbändern und Kehlkopfsmuskeln ausgeführt werden. Die Verschiedenheiten des menschlichen Lachens bieten einigermaßen eine Analogie.

5. Während in den vorerwähnten Beispielen zwar psychologischer Mechanismus, aber doch kein Wille vorhanden war, finden wir Fälle, in denen allerdings ein Wille thätig ist, aber ein solcher, der in Absicht seines Zweckes völlig ohne Willkür ist, und sich wählend nur in Bezug auf die Mittel erweis't, die zur Erfüllung jener führen sollen; ein Wille im Dienste einer Vorstellungsreihe. Hierher gehören die vielfach beobachteten Handlungen der Schlafwandler, diesen Ausdruck ganz abgetrennt genommen von Allem, was zu dem Sagenkreise des thierischen Magnetismus gehört. Da gerade diese Erscheinungen eine vollendete Analogie der Cuvier'schen Traumideen darbieten, so wollen wir sie genauer betrachten. Die Herrschaft der Vorstellungen über die Muskeln ist im Schlafe nicht ganz aufgehoben; wir sehen die Träumenden Bewegungen ausführen, die ganz zweckmäßig in Bezug zu der innerlichen Traumwelt, aber oft höchst lächerlich sind, mit den vorhandenen Umständen verglichen, von denen der Träumende nichts gewahr wird. So verfolgen die Jagdhunde im Traume das Wild, in dem sie, ohne aufzustehen, hastige Laufbewegungen ausführen; so macht der von Wassergefahr Träumende auf seiner Matratze verbleibend, Schwimmversuche. Diese Verhältnisse sind sehr seltsam; während die Seele hier die Glieder in Wirklichkeit, nicht bloß im Traume scheinbar bewegt, hat sie doch gar keine Kenntniß von ihrer wirklichen, sondern nur von ihrer scheinbaren Lage im Traume. Solchen Traumhandlungen können wir die Instincte nicht vergleichen, denn gerade in ihnen zeigt sich ja eine außerordentliche prädestinirte Harmonie der Bewegungen mit den äußeren Bedingungen, unter denen sie unternommen werden. Eine andere Gattung der Traumhandlungen dagegen scheint dem Instinct vollkommen zu entsprechen. Wenn während des Schlafes eine Vorstellungsreihe den Trieb zu irgend einer Handlung erweckt hat, so erweckt sie bei großer Lebhaftigkeit zuletzt auch das Bewußtsein der äußeren Umgebung, indem die Sinnesorgane wieder zu functioniren anfangen: der Kranke erwacht zwar, aber keineswegs sogleich vollständig. Vielmehr so groß kann die Energie eines Traumes sein, daß alle Hülfsmittel des wachen Zustandes dazu verwandt werden, um ihn, dessen Vorstellung als ein unabänderlich zu erreichendes Ziel das Bewußtsein anfüllt, wirklich zu realisiren. Erst allmälig erwecken die deutlicheren Perceptionen der äußeren Sinne Associationen der Gedanken, aus denen sich die Erinnerung an das individuelle Leben und die Ueberzeugung heraushebt, daß die eben intendirte Handlung keinen Sinn in der Reihe der Entwicklungen hat, durch welche die Seele sich zu einem individuellen, empirischen Ich geworden weiß. Mancher wird diese Zustände an sich selbst erfahren haben; auch ich beschreibe sie aus der Erinnerung eines früheren Erlebnisses. Wir werden in ihnen schwerlich einen Willen sehen wollen, der dem nämlichen Ich zugehört, dem wir sonst Verdienst und Schuld unserer Handlungen zuschreiben; es fand in diesen Fällen kein Selbstbewußtsein, wenngleich ein Bewußtsein, ein Innewerden des Aeußern Statt; denn eben das, was den Menschen zu der bestimmten, individuellen Person macht, die zusammenhängende Erinnerung seiner Bestrebungen und Zustände, durch die er sich als sich charakterisirt, diese war aus der Reihe der Vorstellungen völlig verschwunden. Die Seele war nichts weiter mehr, um es deutlich, wenn auch craß auszudrücken, als eine Vorstellungsmaschine, in der ein

traumhaft entstandener Gedanke dominirt und alle äußeren Perceptionen uns nach einem bestimmten Ziele hinlenkt, ohne daß hier irgend ein individueller Wille, irgend ein Entschluß den Grund der Handlung abgäbe. In diesen Fällen nun scheint mir die Situation des Menschen in Bezug auf seine Handlungen genau die nämliche zu sein, in welcher sich das Thier zu den Producten seines Instincts befindet, und eben deßhalb hat wohl Cuvier mit seinen traumhaften Ideen nicht bloß einen geistreichen Ausdruck gegeben, sondern den Zustand bezeichnet, der bei dem Menschen wirklich dem Princip der Sache nach der nämliche ist.

6. Nach allen diesen Voraussetzungen löst sich die Frage darnach, ob in den Instincten Mechanismus oder Freiheit herrsche, von selbst auf. Sie entstand größtentheils aus dem Irrthum, daß man von unseren menschlichen Handlungen viel zu viel dem Willen zurechnete, und dadurch die Bedeutung dieses Wortes so ausdehnte, daß man andrerseits um die großen Unterschiede, die sich in den Arten unsers Wollens und Handelns doch empirisch zeigen, einigermaßen erklären zu können, zu den dunklen Begriffen eines unbewußten, unabsichtlichen, oder recht eigentlich unwillkürlichen Willens geführt wurde, die den gewöhnlichen Ansichten über Instinct zu Grunde liegen. In einer ganz bestimmten Bedeutung des Wortes können wir gewollt nur das nennen, dem ein zu völliger Klarheit der Apperception gelangter Entschluß vorhergegangen ist; alles Andere, mag es sich auch darstellen, wie es will, ist Resultat eines psychologischen Mechanismus, oft freilich ein solches, welches der wahrhafte individuelle Wille pflichtmäßig hätte verhindern sollen. In dieser Bedeutung ist es noch sehr fraglich, ob die Psychologie den Thieren, die nie eine andere Spur von Selbstbeherrschung zeigen, als solche, wo eine Vorstellung die andere bekämpft, wirklich einen Willen zuschreiben darf; Begierden freilich, selbst wenn wir wollen, Leidenschaften, können wir ihnen nicht absprechen. Gegen diese psychologische Wahrheit sträubt sich aber die so weit verbreitete Scheu vor Allem, was Mechanismus heißt, als könnte die Seele etwas von ihrer Würde verlieren, oder als ständen die höchsten moralischen Intereſſen auf dem Spiele, wenn nicht auch für das geringste Detail der Handlungen eine ernsthafte Entschließung von Seiten des freien Willens eine heilige Sanction darböte. Dies ist das Princip der Pedanterie. Die Aufgabe aller Erziehung ist es dagegen, gute mechanische Gewohnheiten durch Uebung hervorzubringen; Gedächtniß, praktische Rechnungsregeln werden möglichst maschinenmäßig ausgebildet, damit sie recht massenhaft die niederen Bedürfnisse des geistigen Lebens durch eine bloß mechanische Administration abthun, und zu der überlegenden Entscheidung des Geistes nur das gelange, was um seiner Wichtigkeit willen eine Beschlußnahme der Freiheit, oder des individuellen Willens verlangt. So beruht endlich aller Tact, alle Gemessenheit und Anmuth des Benehmens darin, daß alle gewöhnlichen Handlungen jede Spur von Absichtlichkeit und Willensimpuls verloren haben und nun, wie die Ergebnisse einer schönen Natur, sich aus sich selbst zu entwickeln scheinen. Beobachten wir uns selbst, so werden wir finden, daß von allen unseren Handlungen nur der allergeringste Theil wirklich expreß gewollt worden ist, daß vielmehr die allermeisten aus einem durchaus willenlosen psychologischen Mechanismus hervorgehen. Wir haben allen Grund anzunehmen, daß die Thiere überhaupt nur unter dem Einflusse dieses Mechanismus handeln; ihr Verhältniß zu ihren Thaten wird daher immer ein willenloses sein, und die Instincthandlungen der Thiere unterscheiden sich von allen ihren übrigen Bewegungen bloß durch die unver-

änderliche Constanz, mit der gewisse Vorstellungen als Anfangspunkte derselben in allen Exemplaren einer Gattung erregt werden.

II. Die Frage, wie sich bei den Instincthandlungen der Thiere der Wille zu der Art und Weise dieser Thätigkeitsäußerungen verhalte, können wir als erledigt betrachten; alle die oben erwähnten Arten der Bewirkung von Bewegungen werden in einzelnen Beispielen des Instincts, am meisten aber die unter 5) erwähnten, der Erklärung zu Grund gelegt werden können. Zwei Annahmen allein werden unstatthaft sein; die eines bloß physiologischen Mechanismus, denn sie erklärt uns die Möglichkeit zweckmäßiger Accommodation nicht, die wir bei vielen Instincten erfahrungsmäßig kennen; und die eines bewußten, sich entschließenden Willens, denn sie macht wiederum die Unveränderlichkeit der Instincte im Ganzen und Großen unerklärlich. Daß beim Instinct alle Hülfsmittel, welche die Seelenthätigkeiten zur Erreichung eines Zwecks darbieten können, auch wirklich benutzt werden, aber zu einem Zwecke, der von allem Anfang herein ein gegebener, vorbestimmter ist, an dem keine Willkür ändern kann: diese Ueberzeugung hat immer den Versuchen zu einer Theorie der Instincte zu Grunde gelegen. Die Frage aber, woher allen einzelnen Individuen eine solche Vorstellungsreihe entstehe, die nun die Hülfsmittel der Organisation, so wie sie schon fertig da sind, zu einem bestimmten Zwecke dirigirt, ist eine der schwierigsten und in ihrer Allgemeinheit bei dem jetzigen Zustande der Psychologie nicht auflösbar. Angeborne Ideen, traumhaft vorschwebende Musterbilder, Ausbreitungen der organisirenden Lebenskraft über die Grenzen des Körpers, so daß sie, gleichwie die Gleichung mancher Curven abgeschlossene kleine Figuren mit in sich begreift, auch noch die Werke der Kunsttriebe mitbestimmt, endlich determinirte Seelenkräfte, deren Wesen gerade darin bestehe, ein einziges beschränktes Werk oder eine Reihefolge von Bewegungen hervorzubringen, das Alles sind vor der Hand nur Worte, die eine mehr oder weniger überredende Vorstellungsweise, aber keinen wissenschaftlich besser bestimmten Begriff von dem Wesen des Instincts geben, und die überdies selbst erst mit den Voraussetzungen der Psychologie in Uebereinstimmung gesetzt zu werden bedürfen. Die folgenden Bemerkungen, ohne irgend einen Anspruch auf Abschluß dieser Zweifel zu machen, sollen nur einige der am meisten für eine künftige Theorie beachtenswerthen Punkte hervorheben; nämlich die Begriffe der angebornen, der durch körperliche Momente und endlich der durch psychische Associationen entstandenen Ideen; unter diesen Begriffen müssen wir einen oder vielleicht mehrere zusammen der Genesis der Instinctideen als Erklärungsgrund unterlegen.

1. Wie sehr auch der muthmaßliche Vorstellungsinhalt des Thieres bei seinen Instincthandlungen von dem unserer Seele abweichen mag, so müssen wir doch auch hier wieder an die letztere anknüpfen. Irre ich nicht, so wird die Unbegreiflichkeit des Instincts noch unnöthig durch einen ähnlichen Mißverstand vermehrt, wie jener über das Verhältniß von Mechanismus und Freiheit war. Während man die Thiere einem Traume nachjagen läßt, den sie sich nicht selbst gegeben, sondern den sie unmittelbar als factische Anfüllung ihrer Seele vorfanden, und dem sie nur gehorchen können, hebt man nicht genug hervor, daß auch in unserem inneren Leben unsere Zwecke, die Tendenzen, die wir verfolgen, und die Mittel zu ihrer Verwirklichung, nicht überall von der Freiheit unsers individuellen Wollens abhängen, sondern daß wir uns ebenfalls in sehr bedeutenden Rücksichten auf eine natürliche Qualität unserer Seele angewiesen finden, über welche wir keineswegs

hinaus können. Gerade im Gegensatze zum Instinct pflegt man sich wohl vorzustellen, als wäre das von allen empirischen Bestimmungen vollkommen freie Ich, diese reine Zurückbeziehung auf sich selbst, die anfängliche Grundlage unseres geistigen Lebens; aller bestimmter Inhalt dagegen, durch den dieses Ich sich gegen andere abgrenzt, eine aus seiner Freiheit hervorgegangene That. Die menschliche Seele erscheint als tabula rasa, die thierische als tabula inscripta; und wir staunen über ihr Schicksal, von der Natur mit angebornen Ideen beschrieben worden zu sein, indem wir vergessen, was wir außerhalb jenes Gegensatzes zum Instinct wohl wissen, daß unsere Persönlichkeit gar nicht bloß in jenem reinen Ich besteht, sondern in einem Inhalt, dem diese Ichheit als Form der Existenz zukommt: dieser Inhalt aber ist ein von uns selbst so vollkommen unabhängiger, als es nur irgend der Inhalt des Instincts für die Thiere sein kann. Ich meine hiermit noch nicht jene Bedingungen, die man leicht auf körperliche Gründe zurückführen kann, wie z. B. den Unterschied des Geschlechtes, welches allerdings eine Schranke auch für die geistige Entwicklung bildet, die kein Individuum überspringen kann; auch können wir noch absehen von den ethischen Ideen und dem Gewissen, welches, wenn irgend etwas, hinsichtlich der Dringlichkeit und Unabhängigkeit seiner Aussprüche von der Willkür, ein höherer Instinct heißen kann; beide Erscheinungen können, wer da wollte, noch immer auf eine freilich unzulängliche Weise uns den Verwicklungen körperlicher Lustgefühle mit den Associationen des berechnenden Verstandes herzuleiten versuchen. Mißlingen wird ein solcher Versuch bei den Formen der Erkenntniß, die wir als ein nothwendiges, uns eingebornes Factum ansehen müssen, welchem wir mit völlig willenloser Folgsamkeit zu gehorchen gezwungen sind. Gerade so also, wie wir annehmen, daß eine Reihe von Vorstellungen, anerschaffen oder angeboren, ohne das Verdienst der Thiere ihre Seelen erfülle, und daß sie nur unter dem Einflusse dieser herrschenden Ideen ihre Seelenfähigkeiten zur Ausübung bestimmter Handlungen verwenden, so giebt es auch in unserer Seele etwas, was gar nicht *wir selbst* sind, und was ebenfalls als ein Gegebenes und Anerschaffenes einen übermächtigen Einfluß auf unsere ganze Entwicklung ausübt. Nur anstatt bestimmter einzelner Vorstellungen treten in uns die Formen der Erkenntniß auf, die Gewohnheiten, zu allem Geschehen Ursachen zu suchen, in der Zufälligkeit der Ereignisse Zwecke zu vermuthen, überhaupt das Gegebene in einen höheren, idealen Zusammenhang zu bringen, so wie der Kunsttrieb mancher Thiere physikalisches Material zu bestimmten Formen verbindet. Das Instinctartige erscheint daher in der menschlichen Seele nicht vernichtet, sondern nur einen Schritt weiter zurückgedrängt. Diese Analogie wird indeß auf den ersten Anblick weit hergeholt scheinen und man wird den großen Unterschied zwischen allgemeinen Formen der Erkenntniß und bestimmten einzelnen Vorstellungen der Thiere hervorheben, der hier jede Vergleichung unmöglich mache. Ich muß mich hier auf psychologische Ansichten stützen, die ich nur kurz berühren kann, und deren weitere Erläuterung ich einer künftigen größeren Arbeit über Psychologie überlassen muß. Was mir am meisten der richtigen Beurtheilung der psychischen Erscheinungen entgegenzustehen scheint, ist dies, daß man gewohnt ist, den Allgemeinbegriff der Seele so zu Grunde zu legen, als drückte er das Wesen dessen aus, was allen geistigen Phänomenen zu Grunde liegt, obwohl er im Gegentheil nur ein phänomenologischer Ausdruck ist, welcher Alles bezeichnet, was die charakteristischen Erscheinungen des Empfindens, Wahrnehmens u. s. f. an sich hervortreibt. Was nun dieses sei, das sich in diesen Erscheinun-

gen offenbart, bleibt noch unentschieden; jedenfalls aber muß es einen Inhalt für sich haben, der nicht dahin aufgezehrt werden darf, daß wir als Seele nur ein einfaches und gleichgiltiges, sonst bestimmungsloses Substrat jener Erscheinungen selbst betrachten. Die Gewohnheit aber, dies zu thun, und zu vergessen, daß die eigenthümliche Natur jeder einzelnen Seele im Voraus die Art bestimme, wie sie sich als Seele, d. h. in jenen Thätigkeiten des Empfindens, Wahrnehmens u. s. w. benehmen wird, hat die Vorstellung hervorgebracht, als lägen den verschiedenen psychischen Vorgängen, in Menschen und Thieren, gleichartige Seelensubstanzen zu Grunde, die nur durch die Gewalt der Umstände oder der körperlichen Organisation in so sehr verschiedene Entwicklungszustände hineingetrieben würden. Die gewöhnliche Ansicht ist also der Meinung, daß im Grunde alle Seelen homogene Substanzen unter sich sind, nur die Fähigkeiten und Vermögen seien verschieden ausgetheilt; während nach unserer Ueberzeugung die Seelen an sich gar nicht vergleichbar sind, während ihre Fähigkeiten und Vermögen gleichartig sind. Dies erscheint besonders wegen einer Zweideutigkeit des Sprachgebrauchs dunkel, welche wir heben müssen. Nennen wir Seele irgend eine Substanz nur insofern, als sie eben die Erscheinungen des Empfindens und Vorstellens entwickelt, welche uns überhaupt Veranlassung zu der Erfindung dieses Namens gegeben haben, so sind natürlich alle Seelen gleichartig, denn wir bezeichnen dann mit dem Namen nicht mehr die Substanz, sondern eine ihrer Relationen. Nennen wir dagegen Seele die jenen Erscheinungen zu Grunde liegende Substanz an und für sich, abgetrennt von diesen Zuständen, die ihr nur widerfahren, während sie selbst etwas für sich ist, so ist kein Grund vorhanden, die verschiedenen Seelen für vergleichbar anzusehen, sondern sie können sehr wohl gänzlich unter einander verschieden sein, dennoch aber jede mit der andern darin übereinkommen, daß sie jede Erscheinungen des Vorstellens und Empfindens an sich entwickeln, nur mächtig modificirt durch das, was sie an sich sind. Suchen wir also das Leben irgend einer Seele vollständig zu begreifen, so liegt der Mittelpunkt aller Fäden, die sich hier verschlingen, gar nicht in dem Relationsbegriff Seele, sondern in dem specifischen Inhalt, der die Form der psychischen Existenz angenommen hat, und der es bestimmt, was mit den allgemeinen Hülfsmitteln des Vorstellens und Empfindens eigentlich producirt werden soll. Diesen specifischen Inhalt nun, das eigentliche Wesen jeder einzelnen Seele, kennen wir nicht unmittelbar; aber doch auf einem teleologischen Umwege können wir einigermaßen darüber eine Ueberzeugung fassen. Das Wesen der Seele wird immer ihrer Bestimmung, ihrem Zwecke entsprechen; können wir einen höchsten Zweck aufweisen, der das Leben der Seele beherrscht, so werden sich auch umgekehrt aus ihm die Eigenthümlichkeiten, die dieser Seele zukommen, als nothwendig zu diesem Zwecke geforderte Antecedentien darstellen lassen, während sie in Wirklichkeit die früher vorhandenen Bedingungen sind, aus denen das Leben der Seele, als der erfüllte Zweck, hervorgeht. Folgen wir diesem teleologischen Wege, so müßten mir als den Mittelpunkt der menschlichen Seelenentwicklung die moralischen Ideen nennen, und aus unserer Bestimmung zum sittlichen Leben müßte sich rückwärts, was hier weitläufiger zu zeigen nicht der Ort ist, die gesammte übrige Einrichtung unserer Seele begründen lassen. Es müßte sich zeigen lassen, daß und warum nur unser Wille, keineswegs auch die Erkenntniß frei ist, warum ferner die Formen die Erkenntnisse, die Grundbegriffe, denen wir den Zusammenhang aller Dinge unterwerfen, gerade die sind, welche sie sind; denn

daß auch sie sich aus einem mechanischen Gegeneinandertreiben einzelner Vorstellungen als Resultate erklären lassen, ist ein irriges Vorgeben einer neuern psychologischen Schule. Endlich muß, wie längst anerkannt ist, in dieser Bestimmung der menschlichen Seele der Grund liegen, warum in ihr keine sie so vollständig ausfüllenden Instincte und namentlich keine einzelnen dominirenden Traumideen vorgefunden werden. Denn die Idee des Guten, die wir allenfalls den Instinctideen der Thiere parallelisiren können, bezieht sich ihrem Inhalt nach nicht auf ein bestimmtes Geschehen, ein bestimmtes Werk, sondern nur auf constante Relationen sehr verschiedenartiger Handlungen. Dem Seelenleben der Thiere, wenn wir es auch sonst sehr ähnlich dem menschlichen finden, können wir doch wenigstens nicht denselben Zweck der Moralität unterlegen, und diese Verschiedenheit weis't auch auf eine ganz andere Natur der diesen psychischen Erscheinungen zu Grunde liegenden Substanzen hin. Welches innere Gemüthsleben den Thieren auch eigen sein mag, wovon wir nichts wissen, ihre Bestimmung ist jedenfalls keine ethische und bedarf der Freiheit des wählenden Willens nicht; sie geht auf theils in einer ästhetischen Bedeutsamkeit ihrer Erscheinung, theils in den Zwecken, welche sie für den Haushalt der Schöpfung erfüllen. Dafür wird daher mehr gesorgt sein, und an die Stelle des Gewissens tritt für das Thier die determinirende Instinctidee als dasjenige, was eigentlich hier die Form des psychischen Lebens annimmt. Ein Hegelianer würde sagen, des Menschen Seele sei die sich wissende ethische Idee, die Thierseelen dagegen seien verschiedene sich wissende Naturideen. So sehr ich diesen Ausdruck aus anderen Gründen scheuen würde, so bezeichnet er doch eins mit hinlänglicher Deutlichkeit, nämlich dies, daß in Menschen- und Thierseelen nicht gleichartige Substanzen zufällig ungleichartige Fähigkeiten zeigen, sondern daß ganz abweichende, durch ganz verschiedenen Inhalt charakterisirte ideale Wesen vielmehr die gleichartige Form des Seelenlebens angenommen haben und diese nun auch, ihren Naturen gemäß, nach ganz verschiedenen Richtungen hin ausbilden, sie zu ganz verschiedenen Entwicklungen, jede ihrem Zwecke gemäß, benutzen. Der Stand der Frage nach den Traumideen Cuvier's und ihrer Rechtfertigung hat, wenn wir dies Obige zu geben, sich jetzt geändert. So wie im Menschen die Idee des Guten prädominirt, so ist es recht wohl möglich, daß in den Seelen der Thiere auf ganz ähnliche Weise andere, einzelnere und specialisirtere Determinationen zu bestimmten Handlungen vorhanden sind, welche bei den Thieren eben so evident sich von selbst verstehen, als bei uns die von unserer moralischen Bestimmung abhängigen Gesetze unserer Erkenntniß. Der Name angeborner oder anerschaffener Ideen ist allerdings nicht zweckmäßig, denn er setzt voraus etwas, dem sie anerschaffen seien, und als solches würden wir dann wieder das abstracte Seelenwesen ansehen müssen, d. h. ein Wesen, welches sich wahrnehmend, fühlend, vorstellend verhält. Aber umgekehrt gerade hat man dies zu fassen: nicht dies Wahrnehmen und Vorstellen ist der Grundcharakter der Seelensubstanz, welcher dann erst die determinirende Instinctidee anerschaffen würde, sondern der Inhalt dieser letztern oder vielmehr der Keim zu ihr liegt in dem ursprünglichen Wesen und bildet dessen Qualität, die dann, wenn dies Wesen die Form des psychischen Lebens annimmt, sich als Instinctvorstellung oder Idee äußern muß. Ich habe versucht, auf diese Weise nur erst den Begriff der Instinctideen zu rechtfertigen und zu zeigen, daß überhaupt ein Gebrauch davon gemacht werden kann; wo aber dieser Begriff zu Hülfe genommen werden müsse, darüber vorläufig nur wenige Worte. Er

wird nie das einzige Erklärungsprincip der Instincte sein, weder so, daß er die Instincte aller Thierklassen, noch so, daß er die Totalität aller instinctartigen Handlungen einer und derselben Klasse erläuterte. Man kann, was das Erste betrifft, nicht einfach Menschenseele und Thierseelen unterscheiden; die letzteren zerfallen vielmehr in unendliche Verschiedenheiten, deren jede nach der obigen Consequenz eine besondere Betrachtung verdienen würde. Die wunderbarsten Instincte herrschen in den niedersten, nur wenige kommen in den höheren Thierklassen vor, die letzteren nähern sich mit der Volubilität ihrer Associationen von Vorstellungen dem Menschen an. Von allen den verschiedenen Urqualitäten ihrer Seelen, die wir voraussetzen müssen, oder von dem Inhalt, welcher in ihnen die Form des Seelenlebens annimmt, kennen wir überdies keinen einzigen. Eben deßhalb giebt es zweitens kein Kriterium, wonach beurtheilt werden könnte, wie viel von der ganzen Handlung, die der Instinct gebietet, von jenem rein psychischen Stamm, jener Urqualität der Seele direct abhängt, wie viel von den Anregungen, die die körperliche Organisation bietet, wie viel von psychologischen Associationen der Vorstellungen, und wie viel endlich von dem Zusammenkommen aller dieser Bedingungen.

2. So wie alle Körper, so verschieden auch sonst ihre innerliche Natur sein mag, doch dies eine gemein haben, der Anziehung gegen die Erde unterworfen zu sein und nach ihr hin zu fallen, so haben wir also angenommen, daß auch in ihrem eigentlichen Wesen höchst verschiedene ideale Substanzen darin übereinkommen können, S e e l e n zu sein, d. h. die Phänomene des Empfindens, Vorstellens und Wollens in sich zu entwickeln. Diese Annahme gab uns das Recht, im Allgemeinen die prädominirende Anfüllung einer Seele durch eine herrschende Idee nicht wunderbarer zu finden, als die Anfüllung einer andern durch eine andere, und es läßt sich daher nicht bezweifeln, daß in abstracto jene sogenannten angebornen Ideen ein mögliches Erklärungsprincip der Instincte sind. Allein diese wüste Allgemeinheit des Gedankens, daß jede beliebige Idee als der charakteristische Inhalt einer Seele angesehen werde, müssen wir doch beschränken. Wir können uns nicht im Ernst einbilden, daß die Vorstellung einer sechsseitigen Zelle das sei, was die Seele der Biene ausmacht, oder daß in der Vorstellung einer conischen Erdvertiefung die Seele des Ameisenlöwen bestehe, vielmehr werden wir immer diese letzte Gestalt der dominirenden Idee, so wie sie unmittelbar als das den Instincthandlungen zu Grunde liegende Muster betrachtet werden kann, als das Resultat ansehen müssen, was aus einer e i n f a c h e r e n, das Wesen der Seele wirklich ausmachenden Bestimmung durch den Hinzutritt noch vieler anderer Bedingungen hervorgebracht worden ist. Hierin liegt nun der eine Grund der Unmöglichkeit einer wirklichen Theorie der Instincte. Jene primitive Idee nämlich können wir durch Erfahrung nie kennen lernen, da uns das Innere jeder fremden Seele verschlossen ist. Es bliebe daher nichts übrig, als aus irgend welchen philosophischen Grundlehren die Reihe derjenigen Ideen zu entwickeln, welche man in Uebereinstimmung mit dem gesammten Sinne der Schöpfung als solche primitive, eine eigenthümliche psychische Existenz annehmende mit Recht ansehen darf. Für solche Unternehmungen wird wohl aber Niemand einen sichern Boden wissen. Wir müssen uns daher mit der Anerkennung des angeführten Princips in abstracto begnügen, aber auf jede Benutzung desselben zu wirklicher Detailerklärung verzichten.

Etwas glücklicher können wir vielleicht in Bezug auf die andere Frage

sein, nach den zweiten in der körperlichen Organisation gelegenen Prämissen, die zu jenen primitiven Ideen hinzutretend, diesen eine bestimmtere, specialisirtere Richtung und Gestalt geben. Daß im Allgemeinen die gesammte Geistesentwicklung gar sehr von der des Körpers abhängt, wird Niemand bezweifeln; wir können uns sogar uns selbst nicht vorstellen, wie wir bei einer andern körperlichen Organisation sein würden. So ist das innere Leben des weiblichen Gemüths der männlichen Seele verschlossen, und gewiß bringt schon die Verschiedenheit des Geschlechts andere Formen des Vorstellungsablaufs herbei. Einzelne intercurrirende Veränderungen des Körpers durch Schmerzen oder Krankheiten bringen einen schleunigen Ablauf von Vorstellungen hervor, die sich oft deutlich auf ihre körperlichen Bedingungen zurückführen lassen; allein wir können diese Entstehungsweise von Vorstellungen nicht mit dem Instinct vergleichen, vielmehr kommt sie bei Thieren ganz in derselben Weise noch außer dem Instincte vor. Beschränken wir uns dagegen auf jene Einflüsse, die von einer festen, beständigen Einrichtung der Organisation oder von deren allmäliger Weiterentwicklung auf die Seele hinüberwirken, so können wir die Resultate dieser Psychagogie der Natur weniger in der Ausbildung bestimmter Vorstellungen, als vielmehr in der Hervorbringung gewisser stehender Gemüthsstimmungen oder gewisser Eigenthümlichkeiten der Gedankenbewegung finden, die als unaussprechbare, kaum bewußte Obersätze allen Ansichten im Leben, so wie allen Entschlüssen und Handlungen zu Grunde liegen. So wie nach und nach ein Organ des Körpers nach dem andern seiner Bestimmung entgegenreift oder abstirbt, so machen auch die im Einzelnen geringen und dunklen, in ihrer Summation aber bedeutenden und einflußreichen Sensationen, die von ihm ausgehen, in der Stimmung mehr oder weniger sich geltend, und diese an sich gestaltlose Gemüthsrichtung kann doch der Grund sein, welcher die übrigen Kräfte des Geistes auf einen Kreis ihr adäquater, bestimmterer Vorstellungen hinlenkt. Durch solche Veranstaltungen trägt sich die typische Entwicklung des Körpers in seinen verschiedenen Lebensaltern auch auf die geistigen Vorgänge über, und die Sinnesart wechselt nicht bloß mit der Erfahrung, sondern auch mit dem leiblichen Leben. Deutlicher sieht man den Einfluß dieser Umstände an der Verschiedenheit der Temperamente, die wir wohl mit Recht überwiegend von körperlichen Ursachen ableiten, mögen diese nun in einer besondern Einwirkungsweise besonders gearteter flüssiger Theile auf die empfindenden und bewegenden Nerven bestehen, oder in einem einseitigen Prädominiren der Sensationen gewisser Theile des Nervensystems. Andere Gedankenassociationen, andere Betrachtungsweisen der Dinge bilden sich unter dem Einflusse sanguinischer, cholerischer, phlegmatischer und melancholischer Stimmungen aus, und wenn dies im Allgemeinen noch gestaltlose Stimmungen sind, so sehen wir doch in den Geschichten der Wahnsinnigen, daß es vielleicht nur weniger Nebenumstände bedarf, um aus ihnen auch fixe, bestimmte einzelne Vorstellungen zu entwickeln, deren Inhalt dem Boden angemessen ist, auf dem sie wuchern, so wie die Dämonophobie beispielsweise der Melancholie entspricht. Einen ähnlichen Unterschied mag die Verschiedenheit des Geschlechts bilden, und es würde vielleicht gelingen, in den Auffassungsweisen und dem innern Leben männlicher und weiblicher Gemüther einzelne constante, sich von einander abgrenzende Züge aufzufinden, die insofern dem Instinct verglichen werden können, als sie ebenfalls ohne Absicht und Reflexion als vergeistigte Kunsttriebe aus den natürlichen Bedingungen der Seele sich entwickeln, und dar=

auf ausgehen, zwar nicht rohes physikalisches, wohl aber das flüchtigere Material des Vorstellungslebens in gewisse harmonische Anordnungen einzureihen.

Allein anderseits sind doch alle diese Erscheinungen noch himmelweit von der Determination unterschieden, welche etwa die Biene zwingt, sechsseitige Zellen zu bilden, und wie bestimmt auch zuweilen die dominirenden Wahnvorstellungen sein mögen, die sich in Geistesstörungen entwickeln, so ist doch anzunehmen, daß sie sich immer aus Associationen früher dagewesener Vorstellungen zusammensetzen; dagegen können wir nicht glauben, daß eine Summe von körperlichen Empfindungen allein sie in einer erfahrungslosen Seele hervorbringen würde. Nun haben zwar alle Thiere außer ihrem Instincthandeln noch ein anderes gewöhnliches, den Associationen von Vorstellungen offenstehendes Leben; allein die zur Erklärung der Instincte anzunehmenden Associationen müssen so constant jedem Individuum widerfahren, daß wir sie wiederum nicht in der äußern Natur entstanden denken können, sondern die Ursachen der einzelnen Vorstellungen, aus denen sich das Muster der Instincthandlung associirt, selbst wieder, wenigstens großentheils, in körperlichen Bedingungen zu suchen genöthigt sind. Nun bieten sich allerdings der Analogie nach hier sehr viele Möglichkeiten dar. Einestheils giebt es Instincte, zu deren Ausübung ganz besondere Werkzeuge den Thieren gegeben sind; in jedem Gliede aber können wir eine physiologische Tendenz zur Ausübung seiner Function voraussetzen, und so mögen sie denn zuerst nur im Spiel gebraucht werden, bis sie ihren passenden Wirkungskreis finden. Es giebt jedoch auch Thiere, denen, wie es scheint, nur sehr gewöhnliche, nicht offenbar zu einem besondern Zweck prädestinirte Organe gegeben sind; bei ihnen können wir doch wenigstens eine bestimmtere Anordnung des Nervensystems voraussetzen, die vielleicht periodisch zu eben so bestimmten Bewegungen reizt, als manche pathologische Krampfformen ebenfalls bestimmte Combinationen von Bewegungen zeigen, zu denen sonst die Musculatur unseres Körpers nicht eingerichtet ist. Wir wissen nicht, wie weit wir uns dieser Voraussetzung specieller, in der Structur der Nervencentraltheile begründeter Anlagen hingeben dürfen, doch ist es wohl zweifellos, daß für die Combinationen der Empfindungen, die wir durch Sinnesorgane erhalten, auch besondere Anlagen besitzen können. So finden wir am häufigsten für Musik, Malerei, Baukunst, selbst für Geometrie bestimmte Talente; und eben so sehen wir nach Beschädigungen des Gehirns zuweilen einseitig solche Beschäftigungen auftreten, die mit den Bautrieben der Thiere und dergl. Aehnlichkeit haben. Auf solche Weise könnte den Thieren wenigstens die allgemeine Sphäre ihrer Instincthandlungen angewiesen sein. Wie wir von hier zu den einzelnen Musterformen gelangen, ist dunkel. Niemand wird die sechs Seiten der Bienenzellen von ihren sechs Beinen oder von dem hexagonalen Sehfelde herleiten wollen, das man ihnen ohne Grund zuschreibt. Aber doch, wäre es richtig, daß ein solches sechsseitiges Sehfeld von ihnen empfunden würde, so könnte dies den Grund enthalten, warum gerade diese geometrische Figur in ihren Vorstellungen überwiegt. So abgeschmackt die Erklärung selbst ist, so ist doch die allgemeine Formel richtig, nach der sie gemacht ist; Umstände solcher Art werden wir immer voraussetzen müssen, um die Specialitäten der dominirenden Vorstellungen zu erklären. Es ist selbst nicht zu entscheiden, ob nicht sogar die Verschiedenheiten des Geschmacks in den Künsten, so wie sie in verschiedenen Zeitaltern und Nationen verschiedene Formen besonders begünstigen, wenigstens zu einem geringen Theile von

den Veränderungen in dem physiologischen Charakter abhängen, der auf die allgemeine Stimmung der Völker entschieden einen deutlichen Einfluß geäußert hat. Es ist indessen hierüber genug gesagt; thöricht würde es sein, von diesen Ideen eine bestimmte Anwendung machen zu wollen; nur müssen wir anerkennen, daß hier ein der Empirie zugängliches Feld liegt, aus dem sich Einiges vielleicht einmal erklären läßt. Die großen Abweichungen im Bau des Nervensystems, die ganz verschiedenen Verhältnisse des Sympathicus in der Thierreihe lassen uns vermuthen, daß nicht nur uns unbekannte Sinneswahrnehmungen bei manchen Thieren stattfinden mögen, die uns viele ihrer motivlos und wie durch eine prästabilirte Harmonie hervorgebracht erscheinenden Handlungen erklären, sondern daß namentlich vielleicht die inneren vegetativen Vorgänge im Körper selbst, die unserer Kenntniß durch den Mangel direct sensibler Nerven in diesen Theilen entzogen sind, bei mehreren Thierklassen einen bedeutenden Theil der Wahrnehmungen überhaupt ausmachen. Auf diese Weise könnte einiges Licht auf Instincthandlungen fallen, die bei den niedrigsten Geschöpfen gerade so sehr mit den Zwecken der Ernährung, der Metamorphose und der Fortpflanzung zusammenhängen.

3. Es wird wohl unnöthig sein, den dritten der oben erwähnten Punkte, die Entstehung der Instinctvorstellungen aus Associationen, weitläufiger zu erörtern. Wie leicht auch sich Associationen von Vorstellungen in manchen Thieren bilden, so finden wir die daraus hervorgehende Gelehrigkeit doch gerade vorzugsweis bei denjenigen, die dafür wenige Instincte zeigen; die Ausbildung der letzteren scheint eher eine jeder Entwicklung durch Associationen feindselige Starrheit einzelner Vorstellungsreihen hervorzubringen. Außerdem steht allen solchen Theorien die Unveränderlichkeit der Instincte in den einzelnen Individuen entgegen, noch mehr aber das Hervortreten derselben in Fällen, wo weder durch Nachahmung, noch durch Unterweisung, noch durch vorgängige Erfahrung sich jene Vorstellungsverknüpfungen gebildet haben konnten. Ob wir recht thun, auch der Zeit nach die Unveränderlichkeit der Instincte in allen sich folgenden Generationen der Vervollkommnung und dem stetigen Fortschreiten menschlicher Bildung so ohne Weiteres entgegenzusetzen, möchte ich zweifelhaft lassen; eine lange Zeit statarische Bildung finden wir bei rohen Völkern auch, und fragen wir nach dem Ursprunge menschlicher Cultur, nach den Umständen, die mit einem gewaltigen Ruck einzelne Nationen über diesen Naturzustand erhoben haben, so sind uns diese wieder so unbegreiflich, daß wir fast auch hier einen Instinct der Fortbildung voraussetzen möchten, wie bei den Thieren einen der Trägheit. Jedenfalls indessen ist unter allen Erklärungsprincipien der Instincte dieses der Associationen das schwächste und wird immer nur einzelne Theile derselben oder die Möglichkeit zweckmäßiger Modificationen erklären.

Ich eile, eine Darstellung zu schließen, deren letztes Resultat in der Kürze das Geständniß unserer Unwissenheit in allen diesen Dingen ist. Es könnte keinen Nutzen haben, hier die einzelnen Instincte jenen angeführten Erklärungsgründen zuweisen zu wollen, da es uns an allen empirischen Datis fehlt, um das Verwickeltere wirklich aufzuhellen, das Einfachere aber ohne weitere Erläuterung sich von selbst jenen Begriffen unterordnet. Indessen mag man doch über dem Vielen, was wir nicht wissen, das Wenige nicht übersehen, was wir wissen. Die Schwierigkeit der Sache liegt nicht in den Principien, nicht in den allgemeinen Formeln, die wir für die Natur unsers Gegenstandes geben müssen, sondern in der Unmöglichkeit, diese Formeln zu realisiren; die Constanten gewissermaßen oder die Angriffspunkte zu bestimmen, auf welche die allgemeinen nicht

so dunklen Verhältnisse zu beziehen sind. In diesem Bezug nur noch ein kurzes Resümé. Der Name **Instinct** ist schwankend; ehe der Gegenstand erläutert ist, können hier keine scharfen, von Jedem anzuerkennenden Grenzen gezogen werden; jedenfalls gehört er aber nur den Handlungen, die der Seele der Gattung überhaupt, nicht den einzelnen nach ihren speciell gegebenen Verhältnissen und Umgebungen eigen sind. Eine metaphysische Schwierigkeit fand in der Beziehung dieser Handlungen zum Willen gar nicht Statt; das einzig Schwierige war die Erklärung der unveränderlichen Constanz, mit der die dominirenden Vorstellungen in jedem Individuum auftreten. In äußeren Verhältnissen konnte hier der Grund nicht liegen; er mußte im Thiere selbst sein. Dafür bot sich nun sowohl Seele als Körper an, also ein Ueberfluß von Erklärungsmitteln. Die allgemeine Idee der Handlung oder wenigstens den beherrschenden Zweck konnten wir uns wohl aus dem Wesen der Seele erklären, es fehlte nur die Bedingung, von der die bestimmten, speciellen Formen, namentlich in den Werken der Kunsttriebe abhängen. Diese mußten in dem Körper gesucht werden, aber hier bricht unsere empirische Zoologie und die vergleichende Anatomie so kurz ab, daß an eine wirkliche Ausführung der Erklärung nicht zu denken ist. Endlich eröffnen sich noch in einigen Phänomenen des thierischen Seelenlebens geheimnißvolle Felder, denen bis jetzt gar kein Erklärungsgrund die geringste Frucht abgewinnt, die Regierung der Instincte nämlich zu einer zusammenhängenden Lebensentwicklung, wie wir sie in den Republiken der Insecten z. B. finden. Während sonst nur das einzelne Thier von einer angeborenen Idee regiert schien, findet sich hier eine Uebereinstimmung in den Zwecken verschiedener, die unmöglich auf einen bloß gleichzeitigen Ablauf der nämlichen Entwicklung in verschiedenen Individuen zurückgeführt werden kann, und doch auch andererseits keine Mittel einer zwischen ihnen bestehenden Communication der Zwecke und Bestrebungen zeigt. Diese Thatsachen sind parallel jenen anderen im Haushalte der Natur, daß die Anzahl der verschiedenen Geschlechter z. B. in einem nahe gleichen Verhältnisse steht u. s. w., von welchen allen wir bis jetzt teleologisch zwar Manches angeben können, ohne aber über die verwirklichenden Ursachen das Geringste zu wissen.

H. Lotze.

Kreislauf des Blutes.

Unter den Gegenständen, deren Besprechung man in einer Abhandlung über den Kreislauf erwarten kann: Erscheinungen, bewirkende Ursachen und Zweck, haben wir uns den zweiten als Hauptgegenstand gewählt. Es versteht sich dabei von selbst, daß von den Ursachen der Blutbewegung nicht die Rede sein kann, ohne daß zugleich die wesentlichen Erscheinungen berücksichtigt werden, indem die Erklärung der Ursachen denselben Genüge zu leisten, ihnen zu entsprechen hat. Diese Erscheinungen suchen wir nur auf an Menschen und an denjenigen Thieren, deren Kreislauf dem menschlichen hinreichend ähnlich ist, um eine unmittelbare Uebertragung zu erlauben. Wollen wir aber uns darauf einlassen, auch einige Worte über den Zweck der Circulation versuchsweise zu sagen, wollen wir (was eben die Frage nach dem Zwecke in unserm Sinne enthält) untersuchen: mit welchen anderen Verhältnissen etwa der Kreislauf da, wo er vorkommt, in näherer nothwendiger Beziehung steht, so werden wir zur Vergleichung geführt. Wir müssen sehen, was sich aus einer vergleichenden Herbeiziehung derjenigen Organismen oder Zustände von Organismen, in welchen ein Kreislauf nicht stattfindet, ergeben will, wobei wir uns jedoch von vorn herein gestehen, daß wir, selbst bei weiter fortgeschrittenen Kenntnissen, als die unseren sind, nicht entschieden annehmen dürfen, auf diesem Wege eine völlig genügende Entscheidung zu erlangen.

Diese Zurückhaltung unserer Erwartungen wird uns auferlegt durch den Blick, den uns die Entwicklungsgeschichte, sowie die Vergleichung des Baues organischer Geschöpfe in die Gesetze der bildenden Kräfte thun lassen. Wir erkennen in manchen Vorgängen bei der Ausbildung organischer Geschöpfe eine Art des Festhaltens an einem Grundplane, an welcher die teleologische Betrachtung scheitert. Als bekannte und schlagende Beispiele können wir die Brustdrüsen des männlichen Säugethieres, die Entwicklung der Genitalien (Garthner'sche Kanäle und manches Andere) erwähnen. Etwas Aehnliches könnte sich bei der Ausbildung der Organe des Kreislaufes in der Thierreihe zeigen. Wir könnten vielleicht an vollkommeneren Organismen teleologisch die Nothwendigkeit des Kreislaufes begreifen, während die Verhältnisse, welche bei diesen den Kreislauf fordern, bei anderen Thieren sich nicht fänden, ohne daß doch bei denselben die Circulation fehlte. Man hat bei kleinen Infusionsthieren das Vorhandensein eines Kreislaufes gemuthmaßt, ja behauptet. Die Zwecke des Kreislaufes, welche wir bei höheren Thieren etwa erkennen könnten, fallen bei diesen entschieden weg. Nach den angedeuteten Grundsätzen würden wir nun, wenn bei diesen kleinen Thieren das Vorhandensein des Kreislaufes sicher ausgemacht wäre, demnach mit einigem Rechte die Zwecke, welchen der Kreislauf wohl bei höheren, nicht aber bei diesen Thieren zu genügen hat, als Zwecke des Kreis-

laufes im Allgemeinen aufführen, wie man in Beziehung auf die Milchdrüsen sogar nicht zweifelt, ihren Zweck zu kennen, wiewohl sie sich beim männlichen Geschlechte finden, ohne denselben zu erfüllen.

Von denselben Grundsätzen ausgehend, könnten wir dann auch anstehen, die von Einigen angenommene Existenz eines Blutkreislaufes bei kleinsten Thieren deßhalb zu verwerfen, weil sich ein Zweck desselben nicht absehen läßt.

Untersuchen wir nun zunächst die Organisation der Thiere und besonders derjenigen, bei welchen unzweifelhaft ein recht ausgebildeter Kreislauf stattfindet im Vergleich mit derjenigen der Pflanzen. Wir werden einige Verschiedenheit finden in Hinsicht auf die Bedürfnisse, welche in Beziehung zur Säftebewegung stehen. Außerdem aber werden wir finden, wie der ganze Lebensplan der Pflanze die Anwendung von Mitteln zur Befriedigung der Bedürfnisse möglich macht, welche sich bei den Thieren nicht oder nur beschränkt anwenden ließen, während das Thier seinerseits in den Geweben, welche ihm eigenthümlich sind, auch eigenthümliche Mittel zur Säftebewegung besitzt.

Von dieser Vergleichung schließen wir sogleich den Milchsaft und seine Bewegung aus. Ueber diese wissen wir so Vieles nicht, daß wir sie wohl am besten mit Stillschweigen übergehen. Es kommt uns darauf an, weßhalb die von der Wurzel der Pflanze aufgenommenen Säfte, so von Zelle zu Zelle aufsteigend, an den Ort ihrer Bestimmung gelangen, weßhalb bei den Thieren einem ähnlichen Bedürfnisse auf ganz andere Weise genügt wird.

Das Blut der Thiere ist der Inbegriff der Stoffe, welche die Gewebe sich anzueignen haben, so wie derjenigen, welche durch secernirende Organe aus dem Körper zu entfernen sind. Beide Arten von Stoffen werden mehr oder weniger continuirlich dem Blute entzogen und zurückgegeben. Indem die Aufnahme der Nahrung durch einen Theil des Gefäßsystemes geschieht, die verschiedenen Ausscheidungen ebenfalls localisirt sind, die zu ernährenden Organe, sofern sie verschiedene chemische Beschaffenheit besitzen, durch ihre Ernährung wohl auf verschiedene Weise das in ihnen enthaltene Blut verändern, indem ferner nach den Gesetzen der Endosmose die Raschheit und Ausgiebigkeit dieser Processe davon abhängen, daß das Blut da, wo es Stoffe aufnehmen soll, nicht zu reich an eben diesen Stoffen, wo demselben etwas entzogen werden soll, nicht zu arm daran ist, so ist im Allgemeinen als Zweck der Blutbewegung leicht zu erkennen: die Möglichkeit dieser Processe in gewissen quantitativen Verhältnissen zu gewähren. Ohne den Kreislauf würde die Möglichkeit der Ernährung u. s. w. nur darauf beruhen, daß das Blutgefäßsystem einen zusammenhängenden Behälter bildet und das Blut so die Verschiedenheiten seiner Zusammensetzung an verschiedenen Orten stets auszugleichen suchen würde, wie dies in jeder Lösung der Fall ist. Dieser Proceß würde aber sehr langsam sein im Verhältnisse zu den Bedürfnissen, welche in den Geweben der Organe nun einmal bestehen. Derselbe würde nur dann diesen Bedürfnissen genügen können, wenn alle die Theile, welche auf die Zusammensetzung des Blutes einwirken, im höchsten Grade im Körper vertheilt wären, so daß sehr nahe einer Stelle, an welcher das Blut in einem Sinne verändert würde, immer auch Organe sich befänden, welche die übrigen, sich zu jener complementär verhaltenden Veränderungen bewirkten. Verschiedene Thatsachen der vergleichenden Anatomie, welche noch zu erwähnen sein werden, setzen dies mehr in's Licht. Der vollkommenste Kreislauf muß zusammentreffen mit der höheren Beschränkung solcher Functionen, welche wichtige Veränderungen des Blutes bewirken auf einzelne Körpergegenden. Welchen Einfluß die Respiration in dieser Hinsicht hat, sehen wir aus der Vergleichung des Kreislaufes tracheenführender Thiere. Die

Bewegung des Blutes von einem Organe zum andern ersetzt also die gegenseitige Annäherung dieser Organe selbst. Ließe es sich aber mit den übrigen Zwecken des Thieres vereinigen, daß dasselbe noch im ausgebildeten Zustande wie eine Keimhaut ausgebreitet wäre: Nahrung aufnehmen könnte überall an oder sehr nahe der Stelle, wo neuer Stoff nöthig wäre, überall Ueberflüssiges, Zersetztes unmittelbar ausstoßen könnte, dann sähen wir keine Nothwendigkeit eines Kreislaufes. Die Form des Thieres, wie sie nun einmal nothwendig war, verbunden mit der Ernährung, macht den Kreislauf nothwendig.

Bei den Pflanzen scheinen nun andere Bedingungen theils der Form, theils des inneren Baues, eine andere Art der Bewegung des Nahrungssaftes möglich und in ausreichendem Grade möglich zu machen. Die Erfahrungen in der Pflanzenphysiologie sind indessen hier in einigen Punkten so schwierig zu machen, daß eine recht durchgeführte Vergleichung nicht anzustellen ist. Indessen ist es klar, daß die überwiegende Masse der thierischen Gebilde für ihre besonderen Functionen so eingerichtet sind, daß sie nicht zugleich als Leiter des Nahrungssaftes dienen können, wie die Zellen der Pflanzen. Daher mußte zwischen die übrigen Gewebe in den Thieren ein Apparat eingeschaltet werden, welcher den Nahrungsstoff enthielt, denselben zugleich in Bewegung versetzend. Zugleich ist es zu bemerken, daß bei den Pflanzen nur die in vegetativer Ausbildung begriffenen Organe der Zuführung von Nahrung bedürfen, daß diese Bedürfnisse für die vegetabilische Zelle nur während ihrer Entwicklung zu betrachten sind, während der Stoffwechsel des thierischen Körpers bleibende Bedürfnisse setzt.

Zugleich gestaltet sich durch den Stoffwechsel der thierischen Organe das Bedürfniß auch wohl insofern anders, als die Zersetzungsproducte ein anderes Verhältniß zu der gebildeten Substanz und zur Nahrung haben. Wir neigen uns entschieden zu der Ansicht, daß die Bildung, Erhaltung und Zersetzung der thierischen Gebilde im Körper durchaus nach chemischen Gesetzen geschieht. Daß dieselbe nach dem Tode eines Thieres theils rascher, theils auf andere Weise vor sich geht, als während des Lebens, das dürfen wir eben dadurch für erklärt halten, daß während des Lebens diejenigen Bedingungen, welche die Zersetzung befördern, gemäßigt werden, und daß besonders der Kreislauf, beständig Zersetzungsproducte entfernend, als Regulator wirkt. Bei der Pflanze kennen wir keine Auswurfstoffe als diejenigen, welche aus Zersetzung der Nahrung hervorgehen. Das Bedürfniß ihrer Ausleerung ist also schon ein anderes. Ihre Gegenwart würde nicht sowohl Zersetzung des Gebildeten bewirken als die Neubildung hemmen. Aber freilich bleibt dabei ihre Entfernung eine Nothwendigkeit. Indessen ist es möglich, daß auch hier eine Verschiedenheit sich findet. Excretionsstoffe, wenn sie unschädlicher Art sind, können in dem Organismus deponirt werden, selbst schädliche können, durch chemische Veränderungen unschädlich geworden, innerhalb eines Organismus abgelagert bleiben. Ob sie der weiteren Fortführung der Processe, bei welchen sie entstanden, hinderlich sind, darüber werden räumliche Verhältnisse, Ort und Ausdehnung der Ablagerung entscheiden. Dergleichen scheint nun wirklich die Entstehung und Bedeutung verschiedener Stoffe zu sein, welche sich in Pflanzen bilden. Dieses Princip der innern Ablagerung kann bei der thierischen Natur weniger angewandt werden wegen der Oekonomie, welche die Beweglichkeit des thierischen Körpers in Beziehung auf Raum und moles movenda fordert.

Indessen, wenn auch diese Verschiedenheit der chemischen und Excretionsprocesse bei Thieren und Pflanzen für unsern Gegenstand nicht ohne Interesse sind, so bleibt doch auch bei den Pflanzen immer das Bedürfniß einer wirklichen

und copiösen Ausleerung. Die Pflanzen befreien Sauerstoff bei ihrer Ernährung und müssen denselben an die Atmosphäre abgeben. Darin liegt eine Aehnlichkeit mit der thierischen Respiration. Aber gerade in der Art, wie sich die Pflanzen von dieser gasigen Excretion befreien können, liegt wohl ein Hauptgrund der Entbehrlichkeit des Kreislaufes bei denselben. Wir können es wohl als eine nothwendige Annahme bezeichnen, daß die Vermehrung der Oberfläche, an welcher diese Ausscheidung stattfindet, Blattbildung, Intercellulargänge, mit dem Bedürfnisse gleichen Schritt hält. Dies kann bei der Pflanze als Princip angewandt werden, während es bei dem Thiere nicht als solches auszuführen ist. Wie dies mit der Lebensweise der Pflanze sich vereinigt, mit der Lebensweise der meisten Thiere aber nicht im Einklange stehen würde, das fordert keine weitere Erläuterung.

Dieser Umstand einerseits und die vorhin schon genannte Möglichkeit der Leitung der Nahrung durch alle Gewebe der Pflanzen, welche bei den Thieren beschränkt sein muß, würden unter dem bisher Gesagten wohl die entscheidendsten Momente sein.

Bis vor Kurzem hätte man auch noch hinzufügen können, daß den Pflanzen die Mittel fehlten, um eine dem thierischen Kreislaufe in der Art der Bewirkung ähnliche Säftebewegung zu Stande zu bringen. Contractile Gewebe kennen wir in der That bei den Pflanzen nicht. Aber wir kennen bei den Thieren auch Wimperbewegung in den Gefäßen des Kreislaufes und die Wimperbewegung scheint nach neuen Beobachtungen von Unger allerdings dem Pflanzenleben nicht fremd zu sein. Wenigstens scheint diese Deutung der Beobachtung weniger gewagt, als die Annahme einer »Thierwerdung« im Pflanzenreiche.

Zur Vervollständigung des bisher Gesagten mögen nun noch einige Worte über die Ausdehnung des Kreislaufes in der Thierwelt dienen.

Hierher würde aber nicht bloß die vergleichend anatomische Betrachtung gehören, sondern auch die Untersuchung: unter welchen Umständen der Kreislauf entsteht. Man könnte sogar die Hoffnung fassen, daß sich aus den anderweiten Verhältnissen, welche die Entstehung des Kreislaufes begleiten, besonders interessante Resultate für dessen Bedeutung ergeben müßten. Jedenfalls haben wir in der Entwicklungsgeschichte den Vorzug der Sicherheit vor der vergleichenden Anatomie. Während es ein unangenehmes Geschäft ist, Vermuthungen aufzustellen, weßhalb in dieser oder jener Thierclasse der Kreislauf sich so oder so reducirt oder vielleicht gar nicht finde, weil wir über eben diesen Thatbestand hier nicht leicht über allen Zweifel erhaben sind, können uns ähnliche Zweifel bei der Entwicklungsgeschichte nicht belästigen. Wir sehen den Kreislauf entstehen, also war er sicher vorher nicht da.

Aber die Umstände, welche die Entstehung des Kreislaufes begleiten, sind nicht der Art, daß daraus viel zu folgern wäre. Wir werden eben wieder auf die quantitativen Verhältnisse allein hingewiesen; wir können annehmen, daß das Wachsthum der Frucht in dem Maaße, in welchem es beabsichtigt wurde, bei den Dimensionen, welche dieselbe erlangt hat, nicht mehr durch eine einfache Durchdringung der Keimhaut mit nährender Flüssigkeit erreicht werden kann, sondern die Gewebe jetzt der Einschaltung eines saftführenden Systemes bedürfen. Man könnte sich hier einer Streitfrage aus der Entwicklungsgeschichte erinnern. Rathke hat früher einmal die Frage aufgeworfen, ob der Keim sich in der ersten Zeit vielleicht nicht durch Aufnahme flüssiger Dotterelemente ernähre, sondern durch unmittelbare Anlegung fester, oder, wie Rathke es auszudrücken pflegt, ob das sogenannte Schleimblatt sich an das seröse anlege oder

von diesem aus gebildet werde. Fände die Anlagerung fester Dotterbestandtheile eine Zeitlang Statt, so könnte die Ausbildung des Kreislaufes mit der Umwandlung dieser Wachsthumsweise in die durch bloße Aufnahme flüssiger Stoffe zusammenhängen. Indessen wagen wir um so weniger, auf diese Vermuthung irgend ein Gewicht zu legen, da Rathke sich neuerlich mit verschiedenen sinnreichen Argumenten gegen die Zusammensetzung der Keimhaut aus schon vorher in gleicher Weise als Dotterbestandtheile vorhandenen Zellen erklärt hat, obgleich wir durch diese Untersuchungen die Sache an sich nicht schon für entschieden halten.

Wenden wir uns noch zu einem Blicke in das, was uns die vergleichende Anatomie bietet. Wir haben schon gesagt, daß wir auch hier nicht weiter kämen als zu der Annahme, daß bei sehr vielen Thieren weder die Durchdringung aller Gewebe von einer aufnehmenden Fläche aus, noch ein in besonderen Gefäßen ruhender Nahrungssaft den quantitativen Bedürfnissen der Ernährung u. s. w. entsprechen würde. Wir finden aber in der Thierwelt verschiedene Formen des Kreislaufes, welche diese Sätze sehr schön erläutern. Wo die Entfernungen zwischen den Organen, welche besonders wesentlich auf die Zusammensetzung des Nahrungssaftes einwirken, durch andere Mittel des Organisationsplanes vermindert sind, da wird die Circulation einfacher. Als Beispiel dafür ist schon sehr häufig die Circulation der tracheenführenden Thiere genannt. Hier finden wir neben einander und teleologisch einander bedingend: zerfallene Formen der Drüsen, vielfach durch den Körper verzweigte Luftkanäle und ein weniger zu feinen Verzweigungen entwickeltes Gefäßsystem, im Gegensatze gegen diejenigen Gefäßsysteme, in welchen das Blut in feinster Verzweigung secernirende, respirirende Organe durchdringt. Lehrreich, wie immer die Uebergangsformen, ist die kürzlich von Grube bei Argyroneta beschriebene Anordnung [1]).

Durch eine andere Anordnung scheint bei vielen Thieren ein eigentliches Gefäßsystem ganz überflüssig zu werden. Dies sind die den Körper durchdringenden Darmverzweigungen bei Quallen, die in die Arme dringenden Aeste des Magens bei Polypen u. s. w. Insofern bei diesen Thieren in der That ein geschlossenes Gefäßsystem fehlt, ist dasselbe ersetzt durch die Verzweigungen des Verdauungsapparates, die aufnehmende Fläche des Körpers ist allen Organen nahe gerückt. Die Respiration kann an der ganzen Oberfläche des Thieres vollzogen werden, und vielleicht ersetzt die Haut auch noch andere excretorische Functionen.

Höchst interessant sind neben diesen Darmgefäßsystemen dann die Uebergangsbildungen, bei welchen neben einem in Kanäle sich fortpflanzenden Darme noch hin und wieder Spuren von Blutgefäßen u. s. w. sich finden [2]).

Kommen wir nach Betrachtung dieser Hauptabänderungen der Formen, unter welchen gewisse Bedürfnisse befriedigt werden, noch einmal auf die Frage zurück, ob der Kreislauf eine allgemeine Erscheinung im Thierreiche ist, so finden wir dies nun unwahrscheinlich. Kann eine Verästelung des Darmes, bei übrigens günstigen Verhältnissen (Ausdehnung der äußeren Oberfläche namentlich), das eigentliche Gefäßsystem ersetzen, wird eine solche Form wirklich in der Natur angewandt, so sehen wir auch bei den kleinen Thieren, bei welchen der ganze Körper nur eine dünne, den Darm oder Magen umgebende Schicht ist, keine Wahrscheinlichkeit für ein besonderes Gefäßsystem.

---

[1]) v. Froriep's N. Not. 1842. Decbr. S. 324.

[2]) Vgl. de Quatrefages in l'Institut. 1843. Mai p. 469. Eolidine paradoxum und Milne Edwards in Ann. d. sc. nat. 1842. Decbr. p. 330. Calliopée de Risso. Späterer Zusatz: Ann. d. sc. nat. 1844. Mars.

Bedingungen des Kreislaufes.

Zu einer erschöpfenden wissenschaftlichen Behandlung des Kreislaufes würde die Untersuchung einer bedeutenden Reihe von einwirkenden Momenten nöthig sein. Dahin gehören: das Herz, seine Kraft, Form, Mündungen; die Blutgefäße: an den Arterien die verschiedenen Häute mit ihrer Elasticität, Contractilität, Glätte; an den Capillaren ganz besonders die Contractilität, vielleicht auch die Veränderungen, welche das Blut in denselben erfährt; die Venen mit ihrer Dehnbarkeit, ihren Klappen u. s. w., die Verhältnisse der Durchmesser in den verschiedenen Gefäßen, die Formen des Verlaufes und der Verzweigung; das Blut mit seiner mechanischen Zusammensetzung, mit den Eigenschaften, welche demselben als einer tropfbaren Flüssigkeit im Allgemeinen zukommen, und den besonderen, durch welche es sich auszeichnet. Es würden ferner zu betrachten sein: die Beziehungen der Wärme, des atmosphärischen Druckes, der Schwere zur Circulation und endlich die Function und Beschaffenheit einiger besonderer Theile des Körpers, welche einen gewissermaßen äußerlichen, aber doch regelmäßigen Einfluß auf die Circulation ausüben. Dahin gehört die Einwirkung der Respirationsbewegungen auf den Kreislauf, sowie wir auch die besonderen Verhältnisse besprechen müssen, unter welchen sich die Blutgefäße im Schädel befinden.

Freilich fehlt nun aber viel, daß unsere Kenntniß aller jener Punkte in einem wünschenswerthen Grade ausgebildet wäre. Wir müssen für jetzt zufrieden sein, wenn sich aus der Zusammenstellung des bekannten Materials ergiebt, wie die Haupterscheinungen des Kreislaufes in einem von den Grundsätzen der Hydraulik aus leicht verständlichen Zusammenhange stehen. Diese Darstellung ist hier unser Zweck, und wir dürfen wohl erwarten, daß die Polemik gegen die verschiedenen phantastischen Auffassungen des Kreislaufes, wie sie selbst noch heutiges Tages hin und wieder auftauchen, uns dabei gern erlassen werden wird. Es genüge, gesagt zu haben, daß jene Auffassungen, insofern sich dieselben überall darauf eingelassen haben, die mechanische Erklärung des Kreislaufes kritisiren zu wollen, dies gethan haben entweder durch Anführung von Erscheinungen, welche sich dieser Erklärungsweise nicht zu fügen schienen, weil man dieselbe nicht anzuwenden wußte, oder mit Gründen, welche aus totalem Mißverständnisse der ersten Principien der mechanischen Circulationslehre hervorgingen. Mißverständnisse dieser Lehre finden sich aber allerdings auch bei vielen, selbst ausgezeichneten Schriftstellern, welchen keinesweges die krankhafte Abneigung gegen mechanische Erklärung der Vorgänge, welche nun einmal mechanisch erklärbar sind, Schuld gegeben werden kann. Sollten wir zur Hebung einiger dieser Mißverständnisse, besonders der verbreiteteren, etwas beitragen, so würden wir unsere Mühe für reichlich belohnt achten. Aber freilich muß man die beste Hoffnung in dieser Beziehung darauf stützen, daß es wohl allmälig mehr und mehr anerkannt werden wird, daß gerade die Grundlagen der Bewegungslehre zu denjenigen Capiteln der physikalischen Wissenschaften gehören, welche der Physiologe am wenigsten entbehren kann. Man wird sich überzeugen, daß eine nur geringe Uebung in der Anwendung der ersten Principien hinreicht, um verschiedene der verbreitetsten Irrthümer unmöglich zu machen.

Da die Thätigkeit des Herzens in einem andern Artikel dieses Buches behandelt worden ist, so haben wir das Verhältniß desselben zu der Blutbewegung nur mit wenigen Worten zu berühren, indem die Thätigkeit desselben die Ursache der Verhältnisse ist, unter welchen sich das Blut in den Arterien

befindet. Nehmen wir diese Verhältnisse als gegeben, so ist von da aus der Kreislauf leicht zu erklären.

Vom Drucke, welchen das Blut in den Arterien erleidet und ausübt.

Abgesehen von jeder Erklärung über die Ursachen ist das Factum von der höchsten Wichtigkeit und durch zahlreiche Versuche festgestellt, daß das Blut in den Arterien einen größern Druck als in den Venen erleidet. Einige Beweise für diese Thatsachen nehmen wir aus den alltäglichsten Erscheinungen.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß in jedem Falle, wo auf das in einer Arterie des lebenden Körpers enthaltene Blut nicht mehr als der Druck einer Atmosphäre an einer bestimmten Stelle einwirkt, bei einer Arterienwunde z. B., das Blut gegen diesen atmosphärischen Druck aus der Arterie hervordringt und unter passenden Umständen sich in einem Bogen durch die Luft bewegt. Bei den Venen läßt sich ein Hervorspringen des Blutes nur durch besondere Vorrichtungen bewirken. Unterdrückt man an einer Extremität den Rückfluß des Blutes, so wird es möglich, beim Beginne der Venäsection das Blut in einem bedeutenden Bogen hervorspritzen zu lassen; diese Erscheinung, die Umstände, durch welche sie herbeigeführt wird, sowie die Kürze ihrer Dauer sind uns wichtig und sollen später erläutert werden. Unter gewöhnlichen Umständen »spritzen« die Venen nicht. Man kann schon aus dieser Erscheinung schließen, weiß aber auch außerdem durch genaue Untersuchungen, daß die Quantität des Blutes, welches sich aus einer Arterie in gewisser Zeit entleert, viel bedeutender ist als diejenige, welche man in gleicher Zeit aus den entsprechenden Venen erhält. Die Differenz fällt um so größer aus, je kürzere Zeit das Experiment dauert, je weiter das Thier vom Zustande der Verblutung dabei entfernt bleibt. Es leuchtet nun auf den ersten Blick ein, daß diese Verschiedenheit nicht darin beruhen kann, daß das Blut in den unverletzten Arterien sich so viel schneller bewegt, als in den Venen. Denn dadurch würde ja den Capillargefäßen viel mehr Blut zugeführt, als sich aus denselben entfernen könnte. Die wirklich stattfindende Fortschreitung des Blutes in den Arterien eines bestimmten Theiles kann nur so viel mehr als die in den entsprechenden Venen betragen, als die Verhältnisse der Lumina erfordern. Durch einen bestimmten Querschnitt dieser Venen muß aber in gleicher Zeit stets ebenso viel Blut passiren, als durch die Querschnitte der zuführenden Arterien.

Wir erkennen also vielmehr in der Art, wie das Blut aus verletzten Arterien sich ergießt, den Ausdruck einer auf das Blut wirkenden Kraft, welche, beständig wirkend, eine Bewegung hervorbringt, sobald dem Blute ein Ausweg dargeboten wird.

Wir finden auch in der Art dieser Bewegung Grund, dieselbe nicht als unmittelbar durch das Herz bewirkt anzusehen; mehre Erscheinungen nöthigen uns, hier ein Mittelglied in den Causalnexus aufzunehmen. Sowohl aus den Erfahrungen der Chirurgie, als aus Versuchen an Thieren ist es bekannt, daß der Blutstrahl aus einer Arterie unter Umständen an Stärke schwankt, unter anderen Umständen nicht. Der Bogen, welchen das Blut bildet, bleibt einige Zeit ohne Schwankungen, wenn die verletzte Arterie zu den feineren gehört. Er bleibt an solcher Arterie auch um so länger gleichförmig, je feiner dieselbe ist. — Dieser gleichförmige Strahl läßt sich natürlich nicht als unmittelbare Wirkung des in Intermissionen thätigen Herzens betrachten. Näher untersucht, wird es auch unmöglich anzunehmen, daß eine mit der Herzthätigkeit abwech-

selnde Wirkung der Arterien die nöthige Erklärung ergiebt. Man hat sich allerdings vorgestellt (nachdem Harvey wenigstens widerlegt hatte, daß die Arterien sich abwechselnd activ ausdehnten und zusammenzögen), daß die Arterien jedesmal während der Herzcontraction etwas erschlafften und dann wieder durch contractile Fasern sich zusammenzögen. Wir halten nun allerdings die contractile Faser der Arterien für sehr wichtig. Aber indem wir derselben eine andere Function als die einer mit dem Herzen alternirenden Thätigkeit zuschreiben werden, indem ferner ihre Zusammenziehungsweise sich so verschieden von der der Herzmuskelfaser zeigt, auch der Bau des Gewebes ein ganz verschiedener ist, wird es schon unwahrscheinlich werden, daß sie eine Function, wie die eben genannte, zu verrichten haben sollten. Hier können wir aber als besondere Gründe gegen eine solche Annahme noch die Umstände anführen, unter welchen die Gleichmäßigkeit des Blutergusses aus den Arterien verschwindet. Dies geschieht, wo dieselbe an einer Arterienwunde anfangs stattfand, nachdem ein mehr oder weniger bedeutender Blutverlust eingetreten ist. Die contractile Faser der Arterien braucht dann noch durchaus nicht gelähmt zu sein, wir erkennen ihre Thätigkeit vielleicht gerade jetzt sehr deutlich in bedeutender Verengerung der Gefäße. Warum sollte sie also nicht auch die Gleichförmigkeit des Blutergusses erhalten? Man müßte zu gezwungenen, künstlichen Hypothesen greifen, um unter solchen Umständen jene Ansicht festzuhalten. Dagegen steht mit der Theorie vom Drucke des Blutes in den Arterien eine Erscheinung, wie die besprochene, als nothwendig gefordert da. Aus der Zusammenwirkung des Herzens, der gespannten Arterie und der zu bewegenden Last entspringend, muß dieser Druck je entfernter vom Herzen, desto gleichförmiger werden. Da derselbe aber von der moles movenda mit bedingt ist, so muß er mit dieser abnehmen und deßhalb die Wirkung der einzelnen Herzstöße nach Blutverlust auch da sich zeigen, wo sie anfangs nicht zu bemerken war. Man kann auch sagen: da die auf die Bewegung des Blutes zu verwendende Kraft vorzüglich durch die Widerstände bedingt wird, welche das Blut beim Durchlaufen der Blutgefäße erleidet, diese aber sehr abnehmen, wenn ein Theil des Blutes durch Verletzungen der Arterien austritt, so ist hierdurch die Aufhebung des Druckes gegeben.

Eine andere Erscheinung, welche diesen Druck vielleicht noch anschaulicher macht, ist die, daß das Blut in einer geöffneten Arterie nicht bloß in der Richtung vom Herzen aus gegen die Wunde fließt, sondern daß auch das zwischen der verletzten Stelle und den Verzweigungen des Gefäßes befindliche Blut seine Richtung gegen die Verletzung hin nimmt. Unterbindet man eine Arterie und schneidet dann das peripherische Stück ein, so ergießt sich aus demselben Blut. Daß dazu nicht etwa das Vorhandensein von Anastomosen mit anderen Arterien nöthig ist, erkennt man leicht, wenn die Arterie zu solchen Theilen führt, welche der mikroskopischen Beobachtung zugänglich sind. Man erkennt dann auch in den feineren Aesten die Umkehrung der Bewegung.

Stellt man eine ähnliche Untersuchung an: unterbindet man rasch eine Arterie, während man ihre feineren Verzweigungen oder die von ihr abhängenden Capillaren für die mikroskopische Beobachtung hergericht t hat, öffnet man aber die Arterie nicht, so beobachtet man, daß die Bewegung des Blutes nicht plötzlich aufhört, sondern noch einige Zeit, langsamer werdend, fortdauert. Unterbindet man z. B. beim Frosche die Aorta abdominalis, so läßt sich diese Erscheinung an den Schwimmhäuten sehen. Hier fällt der Verdacht eines Collateralkreislaufes natürlich fort. Dieses einfache und überzeugende Experiment ist häufig wiederholt worden. Man hat dabei nach dem Stillstehen des Blutes wohl noch Oscillationen bemerkt, welche aber zu leicht durch zufällige, selbst gar

nicht zu controlirende Umstände bewirkt werden können, um unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen. Eine gute Modification dieses Versuches, von ihrem Urheber als Beweis für die Thätigkeit der Capillaren angesehen, welche aber durchaus nicht daraus hervorgeht, führen wir aus Müller's Archiv (1834. S. 374) an. Pigeaux öffnet eine Schenkelvene und comprimirt die entsprechende Arterie. Er sieht den Ausfluß des Blutes allmälig aufhören. Ist dies eingetreten, so wird die Arterie an einer tieferen Stelle comprimirt, dann die Compression der höheren Stelle einen Augenblick aufgehoben und dann wieder hergestellt. Dadurch hat das Blut zwischen beiden Compressionsstellen sich vermehrt und die Spannung des Blutes, wie sie in den übrigen Arterien stattfindet, erhalten. In Bewegung befindet es sich darauf natürlich nicht mehr. Hebt man nun die Compression der unteren Stelle wieder auf, so tritt wieder etwas Blut aus der Vene.

An diese Bewegung des Blutes durch die Capillaren nach Ausschluß der unmittelbaren Herzwirkung knüpft sich sehr natürlich eine abermalige Einwendung gegen das Vorhandensein rhythmischer Muskelcontractionen der Arterien. Würde die gleichförmige Bewegung des Blutes in den Capillaren durch solche mit den Herzcontractionen abwechselnde Thätigkeit der Arterien bewirkt, so müßte diese Bewegung ungleichförmig werden, sobald eine dieser Einwirkungen plötzlich ausgeschlossen würde, die Bewegung aus einer rasch unterbundenen Arterie durch die Capillaren müßte intermittirend oder remittirend sein, was durchaus nicht der Fall ist. Folglich muß die Function, den Blutlauf in den Capillaren gleichmäßig zu machen, welche allerdings den Arterien zukommt, auf eine andere Weise zu erklären sein.

Nachdem wir diese Erscheinungen, welche das Vorhandensein eines Druckes in den Arterien beweisen, betrachtet haben, wird es nothwendig, diesen Fundamentalbegriff näher zu untersuchen, zu zeigen, was ein solcher Druck zu bedeuten habe, auf seine Beziehung zu denjenigen Hemmungen, welche das Blut bei seiner Bewegung, wie jede durch Röhren fortgetriebene Flüssigkeit nothwendig erleidet, näher einzugehen. Es wird dabei namentlich hervorgehen, wie dieser Druck auf die einfachste Weise sich so regulirt, daß sein Verhältniß zu den Widerständen ein zweckmäßiges bleibt.

Betrachten wir eine Flüssigkeit, welche in einem Gefäße sich in Ruhe befindet, nach oben hin eine freie Fläche hat, an welcher sie dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzt ist. Bei der Verschiebbarkeit der Theile in einer Flüssigkeit ist der Zustand der Ruhe nur möglich, indem jedes Theilchen der Flüssigkeit auf die es umgebenden mit derselben Kraft drückt, mit welcher es von denselben gedrückt wird. Denken wir die Flüssigkeit in eine beliebige Anzahl von horizontalen Schichten gesondert, so drückt jede derselben gegen die unterliegende um so viel stärker, als gegen die überliegende, als ihr eigenes Gewicht beträgt, und der Druck, welchen sie an diesen beiden Flächen empfängt, ist gleich dem, welchen sie daselbst ausübt. Sowie irgend ein Theilchen einen stärkeren oder geringeren Druck ausübte, als es erhielte, würde es andere in Bewegung setzen oder selbst in Bewegung versetzt werden. Dieselben Verhältnisse, wie zwischen den Theilchen der Flüssigkeit, finden auch zwischen diesen und der Wandung des Gefäßes Statt. Wir sehen hier also eine Summe von Kräften, welche Bewegung bewirken können, bewirken werden, sobald irgendwo der Widerstand genommen oder gemindert wird. Alle unter der Oberfläche der Flüssigkeit befindlichen Theilchen derselben befinden sich in dieser Beziehung und im Verhältnisse zur Umgebung in ähnlichem Verhältnisse, wie ein comprimirtes Gas, welches sogleich in Bewegung gerathen muß, sobald das umschließende

Gefäß nachgiebt oder geöffnet wird. Das Quantum von Bewegung, welches einem Theilchen der Flüssigkeit mitgetheilt wird, richtet sich zugleich genau nach der Differenz des Druckes, welche dieselbe hervorruft. Es ist also, wenn einer Portion der Flüssigkeit der Widerstand von einer Seite her völlig entzogen wird, genau im Verhältnisse zu dem senkrechten Durchmesser der überliegenden Flüssigkeit. — Wird nun aber eine Bewegung der Flüssigkeit durch eine unterhalb ihrer Oberfläche in der Wand des Gefäßes angebrachte Oeffnung wirklich hervorgebracht, so lernen wir sogleich neue Bedingungen kennen, welche auf die theoretisch zu erwartende Geschwindigkeit hemmend einwirken, Widerstände, von welchen erst die Rede sein kann, wenn die Bewegung wirklich eintritt. Diese hängen von der Form der Ausflußmündung ab und sind durch dieselbe zu modificiren. Ist aber außer einer bestimmten Höhe des Druckes und einer bestimmten Größe der Ausflußöffnung auch die Form derselben gegeben, so ist auch der Ausfluß ein genau bestimmter.

Denken wir uns also nun ein Gefäß mit Oeffnungen, z. B. einer großen Anzahl sehr feiner, im Boden. In dieses Gefäß soll von oben ein Zufluß von Flüssigkeit stattfinden, welcher in den kleinsten Zeittheilen immer gleich viel beträgt. Es ist dann klar, daß diese Bedingungen so angeordnet werden können, daß die Flüssigkeit, wenn sie beginnt einzuströmen und den Boden des Gefäßes zu bedecken, in geringerem Maaße ab- als zufließt. Diese Ungleichheit muß stattfinden, wenn die Oeffnungen im Boden zu eng oder zu wenig an Zahl, der Zufluß zu stark ist, kurz wenn eine dem Zuflusse entsprechende Abflußmenge bei eben diesen Abflußöffnungen (deren Formen und der Summe ihrer Querschnitte) nur durch einen Druck von bestimmter Höhe erreicht werden kann. Nehmen wir an, daß aus den Oeffnungen nur bei einer Druckhöhe von 6 Fuß in jeder Minute ein Cubikfuß Wasser ausströmen kann und daß der Zufluß in der That in jeder Minute einen Cubikfuß beträgt. Daraus geht mit Nothwendigkeit hervor, daß, so lange der Druck ein geringerer ist, auch die abfließende Quantität eine geringere sein muß, daß also, während allerdings ein Abfluß stattfindet, sich die Höhe der Säule im Gefäße beständig vermehrt. Dabei nimmt der Abfluß zu, das Steigen der Flüssigkeit findet immer langsamer Statt, es kann aber nicht aufhören, bis die Höhe von 6 Fuß erreicht ist. Dann findet Gleichheit des Zu- und Abflusses Statt, die Säule bleibt in derselben Höhe. — So haben wir durch ein bestimmtes Verhältniß zwischen der Quantität des Zuflusses und der Anlage der Abflußöffnungen einen bestimmten Druck entstehen lassen. Es ist sehr leicht, sich weiter vorzustellen, wie bei dieser gegenseitigen Abhängigkeit der Factoren mit einer Aenderung des einen auch eine Aenderung der anderen eintreten muß, wie mit einer Verengerung der Abflußmündungen oder mit einer Vermehrung des Zuflusses ein abermaliges Steigen der Flüssigkeit bis zu einem gewissen Punkte, bei den entgegengesetzten Veränderungen ein Sinken bis zu einem andern Gleichgewichtspunkte stattfinden, also stets wieder ein Verhältniß, welches wir beziehungsweise zweckmäßig nennen können, eintreten muß.

Lassen wir nun den Zufluß in das Gefäß nicht so stattfinden, daß in den kleinsten Zeittheilen stets gleich viel einströmt, sondern die ausströmende Masse nur in meßbaren Zeitabschnitten immer ersetzt wird, lassen wir z. B. einen Cubikfuß der Flüssigkeit am Anfange jeder Minute plötzlich sich in das Gefäß ergießen, so werden wir ein veränderliches Niveau erhalten und mit diesem auch einen stärker und schwächer werdenden Druck am Boden des Gefäßes. In welchem Grade diese Erscheinungen eintreten, hängt natürlich von der

Größe der Fläche ab, auf welcher sich die jedesmal in das Gefäß eintretenden Portionen verbreiten. Je bedeutender diese ist, desto geringer ist der Wechsel der Höhe, des Druckes, des Abflusses.

Wir können diese Wechsel aber auch noch durch ein anderes Mittel verringern, und dies ist die Elasticität. Denken wir uns das Gefäß, mit welchem wir das Experiment vornehmen, von elastischer Masse gebildet, welche schon bei geringem Zuge sich merklich dehnt. Diese elastischen Wandungen werden dann an jeder unter dem Spiegel der Flüssigkeit befindlichen Stelle eine Spannung und Ausdehnung besitzen, welche der senkrechten Entfernung von der Oberfläche angemessen ist. Hätten wir bei einem solchen Gefäße einen gleichmäßigen Zufluß, so würde diese Spannung der Wandungen, sich stets gleich bleibend, für die vorhin betrachteten Erscheinungen völlig gleichgültig sein. Sobald aber der Zufluß intermittirend ist, wird die elastische Wand eine eigenthümliche Function bekommen. Sobald nämlich mit dem Steigen der Flüssigkeit der Druck wächst, muß die elastische Wand um etwas nachgeben, weil jede Stelle derselben nun einen höheren Druck als vorher erleidet. Dieses Nachgeben, diese Erweiterung des Gefäßes beschränkt aber natürlich zugleich das Steigen des Spiegels der Flüssigkeit. Daß sie dasselbe nicht ganz aufheben kann, ist natürlich, da sie selbst nur von einem wirklichen Erhöhen des Druckes bewirkt werden kann. In welchem Grade nun diese Beschränkung des Steigens stattfindet, das hängt sehr von der Beschaffenheit der elastischen Substanz ab. Je leichter dieselbe bei der Spannung, in welcher sie sich schon befindet, sich noch weiter ausdehnt, desto geringer wird das wirkliche Schwanken der Druckhöhe, desto gleichmäßiger der Abfluß sein.

Wir kommen nun den Verhältnissen, wie sie im Blutgefäßsysteme sich finden, noch näher, wenn wir uns an die Stelle einer durch ihr Gewicht wirkenden Flüssigkeitssäule eine in einem elastischen Behälter eingesperrte, stoßweise vermehrte Flüssigkeitsmasse denken, welche ebenso wie vorhin durch Oeffnungen entweicht, welche nur bei einem gewissen Drucke so viel entweichen lassen, als durch den Zufluß gefordert wird. Wie vorhin die Höhe der Säule, wird hier die Spannung des Behälters, dessen Ausdehnung, zunehmen, bis der geforderte Druck erreicht wird. Auch hier wird dann die Elasticität der Mittel, deren Spannung den Druck auf das Blut ausübt, auf die Gleichförmigkeit des Druckes und Abflusses hinwirken. Wir müssen hier aber die angenommenen Verhältnisse mit denen vergleichen, welche stattfinden würden, wenn die Wandungen absolut starr wären. Darüber später bei der näheren Untersuchung der Arterienfunction.

Haben wir uns hier den bei den Blutgefäßen stattfindenden Verhältnissen schon einigermaßen angenähert, so müssen wir nun einen Unterschied hervorheben, welcher für die Analyse der Erscheinungen des Kreislaufes von größerer Wichtigkeit ist. Wir haben nämlich bis jetzt Beispiele gewählt, wo der Widerstand, welchen die Bewegung der Flüssigkeit an der Ausflußöffnung erleidet, als Nebensache betrachtet werden durfte. In der That läßt sich ja solchen Oeffnungen eine Einrichtung geben, bei welcher die Geschwindigkeit, mit welcher die Flüssigkeit daraus entweicht, nicht weit hinter derjenigen zurückbleibt, welche bei dem angenommenen Drucke stattfinden müßte, wenn überall solche Hindernisse nicht vorhanden wären. Eine bestimmte Höhe des Druckes entspricht also in solchem Falle fast genau der Kraft, mit welcher die vorher ruhende Materie wirklich in Bewegung geräth. Indem wir eine bestimmte Quantität von Flüssigkeit in ein Gefäß strömen ließen, mußte der Druck so lange steigen, bis er fähig war, den an den Oeffnungen des Gefäßes befindlichen Theilen der Flüs-

sigkeit eine solche Geschwindigkeit mitzutheilen, daß der Abfluß dem Zuflusse gleich wurde. Bei den Blutgefäßen ist es aber nur ein vielleicht kleiner Bruchtheil des Druckes, welcher auf die wirklich eintretende Bewegung des Blutes zu berechnen ist, es muß hier, wollen wir den Druck, wie in den vorhergegangenen Beispielen, gleichsam unter unseren Augen entstehen lassen, besonders Rücksicht auf die Hemmnisse genommen werden, welche von außen, von den Röhren her, in welchen sich das Blut bewegt, auf dasselbe einwirken.

Um an dem Apparate, welchen wir vorhin betrachtet haben, Verhältnisse herzustellen, durch welche derselbe auch in dieser Beziehung eine Vergleichung mit den Blutgefäßen zuließe, würden wir also seine Abflußöffnungen zu Röhren verlängern müssen und zwar würden wir diesen eine nicht zu geringe Länge geben dürfen, wofür man die Gründe in den Lehrbüchern der Physik findet. In gewisser Beziehung kommen wir auf die complicirte Wirkung von Röhren, welche bei gewissem Durchmesser eine gewisse Länge nicht überschreiten, auch noch bei Erwähnung der neuesten Versuche von Poiseuille zurück. — Hier also nur so viel: Ueberschreitet man eine gewisse Länge der Röhre (welche wir uns hier, um möglichste Einfachheit der Bedingungen zu erreichen, durchweg horizontal vorstellen), so nimmt, bei übrigens unveränderten Verhältnissen (des Druckes u. s. w.) die Abflußmenge ab, und immer mehr, je länger die Röhre gesetzt wird. Dabei wirkt nun aber dennoch an der Stelle, wo die Röhre an das Gefäß gesetzt wird, derselbe Druck wie vorhin, derselbe Druck, welcher, von Hindernissen abgesehen, eine bedeutendere Geschwindigkeit bewirken konnte. Den Einfluß dieses Druckes erfährt jedes Theilchen der Flüssigkeit in dem Augenblicke, in welchem es in die Abflußröhre tritt. Da es sich dennoch nicht mit der entsprechenden Geschwindigkeit bewegt, so muß ein Theil der Kraft, welche ihm mitgetheilt wird, auf andere Weise, als zur Bewegung verwandt werden. Es findet ein Kraftverlust Statt und zwar durch die Widerstände, welche jede Flüssigkeit erfährt, wenn sie sich an festen Körpern hinbewegt.

Wenn man, nachdem in die Röhre ein Theilchen der Flüssigkeit mit einer gewissen Geschwindigkeit eingetreten wäre, plötzlich die Nachwirkung des Druckes aus dem Behälter absperrte, so würde sich dieses Theilchen wie ein in ein widerstehendes Medium geschleuderter Körper von einem Ende der Röhre gegen das andere hin mit abnehmender Geschwindigkeit bewegen (wobei natürlich der Zutritt der Luft hinter dem fortrückenden Säulchen erlaubt werden mußte).

Eine solche Verlangsamung eines einzelnen Theilchens ist aber natürlich nicht möglich, wenn die ganze Röhre beständig angefüllt erhalten wird. Hier wirkt vielmehr die Summe der Hemmung, welche die ganze sich fortschiebende Säule erfährt, gegen die Oeffnung, von welcher der Druck herrührt; es entsteht dadurch eine mittlere Verlangsamung der ganzen Säule. Es ist für uns nothwendig, dabei die Verhältnisse zwischen den Theilen der Flüssigkeit, welche mehr, und denen, welche weniger von dem Laufe durch die Röhre schon zurückgelegt haben, näher aufzufassen. Wenn ein Stuckchen der Säule, sich selbst überlassen, immer langsamer gehen würde, wenn es dies aber nicht thun kann, weil weitere Flüssigkeit von hinten nachdrängt, so muß diese nachdringende Flüssigkeit natürlich gerade so viel an Kraft hergeben, verlieren, als das von ihm gleichsam geschobene Theilchen bedarf, um nicht langsamer zu gehen, um an irgend einer Stelle nicht so langsam zu gehen, als es thun müßte, wenn keine vis a tergo stattfände. Diese Kraft, welche einem Theile der in der Röhre befindlichen Flüssigkeit mitgetheilt werden muß, wird nothwendig in bestimmtem Verhältnisse stehen zu der Differenz zwischen derjenigen Geschwin-

digkeit, in welcher es wirklich erhalten wird, und derjenigen, bis zu welcher es an irgend einer bestimmten Stelle herabgesunken sein würde, wenn es nicht durch nachrückende Flüssigkeit getrieben würde. Diejenigen Theile dagegen, welche sich dem wirkenden Drucke näher befinden, welche an diesen Stellen noch schneller sich bewegen würden, als sie es natürlich thun, wenn sie nicht den andern Theil der Säule zu schieben hätten, diese geben natürlich Kraft ab, welche ebenfalls im genauen Verhältnisse zur Differenz der wirklichen Geschwindigkeit von derjenigen steht, welche sie ohne Kraftverlust haben würden.

So können wir also einen Theil der Säule als Druck abgebend, einen folgenden als erhaltend betrachten. Da sich aber die Kraft, welche jeder dem Ausfließen nähere Theil erhält, sich durch die zunächst hinter ihm liegenden hindurch fortpflanzen muß, so erhalten wir auf diese Weise den Begriff des abnehmenden Druckes. Zerlegen wir uns die in der Röhre befindliche Flüssigkeit der Länge der Röhre nach in eine beliebige Anzahl von Theilen, z. B. zehn, und bezeichnen wir dieselben, von dem Gefäße ausgehend mit a, b, c—k, so ist klar, daß k die ihm nöthige Kraft nur durch Vermittelung von i erhalten kann. Zwischen i und k muß also ein Druck stattfinden, welcher zu bestimmen ist durch die Differenz zwischen der Geschwindigkeit, zu welcher k genöthigt wird, und der geringeren, welche k haben würde, wenn es sich ohne Druck von hinten, bloß in Folge der beim Ausströmen aus dem Gefäße mitgetheilten Kraft bewegt hätte. Da nun i aber selbst Kraft von h gleichsam zu borgen hat, so muß es von da aus sowohl die zu seiner eigenen als zur Bewegung von k nöthige supplementäre Kraft erhalten. Der Summe dieser beiden Kräfte entsprechend findet nothwendig zwischen h und i ein bedeutenderer Druck, als zwischen i und k Statt. Auf diese Weise summirt sich der Druck bis zu der Stelle, wo die Röhre aus dem Gefäße entspringt. Dieses Verhältniß findet nun aber nicht bloß zwischen den hinter einander folgenden Theilen der Flüssigkeit Statt, sondern jedes Theilchen muß auch gegen die in demselben Querschnitt mit ihm befindlichen einen Druck ausüben, welcher in bestimmtem Verhältnisse zu demjenigen steht, welchen es nach vorn und hinten bewirkt, oder erleidet. Auch der Druck in dieser Richtung, folglich auch der Druck zwischen Flüssigkeit und Wand nimmt von einem Ende der Röhre bis zum andern zu oder in entgegengesetzter Richtung ab. Diesen Satz kann man sich durch eine einfache Vorrichtung versinnlichen: Errichtet man nämlich auf der langen horizontalen Ausflußröhre verschiedene senkrechte, mit derselben communicirende, von hinreichender Höhe, daß die Flüssigkeit nicht ihren oberen Rand übersteigt, so wird dieselbe in jeder derselben eine constante Höhe erreichen, diese Höhen aber werden unter einander verschieden sein und zwar um so geringer, je weiter von dem Gefäße, aus welchem die Flüssigkeit durch die Röhre abfließt.

Nehmen wir nun die Abflußröhre von sehr großer Länge, so wird die progressive Bewegung der Flüssigkeit eine sehr geringe werden können. Dann würde sich die Flüssigkeit in solchen senkrechten Aufsatzröhren, welche dem Reservoir zunächst sich befinden, fast die Höhe erreichen, welche in dem Reservoir selbst stattfindet; nahe dem andern Ende würde sie sich dagegen nur sehr wenig erheben. Hier wäre der Druck, welcher von dem Reservoir her wirkt, fast gänzlich durch die Widerstände verbraucht. Daß aber auf solche Weise eine Flüssigkeit nicht wirklich zum Stillstande kommen kann, ergiebt sich aus dem inneren Widerspruche, welchen eine solche Annahme enthalten würde, da diese Widerstände nur mit der wirklich eintretenden Bewegung entstehen.

Verschiedene bedeutende Anwendungen der hier begründeten Sätze auf den gesunden und krankhaft veränderten Kreislauf auf spätere Stellen verschie-

bend, ist nun vorerst die physiologische Erfahrung zu befragen über den Grad des Druckes in den Arterien, über die Geschwindigkeit der Blutbewegung, über die Widerstände welche die Bewegung des Blutes erleidet, sowie über die Gesetze der Widerstände, welche in Röhren bewegte Flüssigkeiten erleiden, überhaupt. Wir werden dabei freilich sehr entfernt bleiben von einem Beweise, daß jener Druck bei dem Bau der Gefäße gerade die Geschwindigkeit der Blutbewegung bewirken müsse. Das ist schon deßhalb unmöglich, weil viele von den Fragen, welche zu einer solchen Behandlung unserer Aufgabe gelös't werden müßten, von der Lösung noch sehr entfernt sind. Wir werden aber behaupten dürfen, daß die Annahme der Existenz eines einfachen und nothwendigen Verhältnisses jener Factoren wissenschaftlich erlaubt sei, weil wir ihr strenges gegenseitiges Bedingtsein aus manchen Erscheinungen gleichzeitiger Veränderung in denselben ahnen können, weil sie auf keine Widersprüche stößt, weil andere den Kreislauf bedingende Kräfte wissenschaftlich nicht existiren, weil endlich ganz einfache Experimente zeigen, daß man durch einen dem Blutdrucke nahe stehenden, selbst noch geringeren Druck in todten Gefäßen eine namhafte Bewegung einer Flüssigkeit bewirken kann. Jedenfalls werden schon unsere geringen Kenntnisse der hier relevanten Dinge den Ausspruch begründen: daß die Behauptung, das Herz sei nicht fähig, den Kreislauf in der Geschwindigkeit, in welcher er stattfindet, zu bewirken, seine Kraft reiche dazu nicht aus, völlig außerhalb der Grenzen wissenschaftlicher Verhandlung liegt.

Die nähere Bestimmung der Höhe des Druckes in den Arterien haben sich besonders zwei Naturforscher angelegen sein lassen, Hales und Poiseuille. Letzterer hat das Verfahren bei diesen Untersuchungen erleichtert und die Untersuchungen selbst in mehrfacher Richtung auf belehrende Weise erweitert.

Die ältere Methode, eine senkrecht aufstehende Röhre mit einer großen Arterie zu verbinden, so daß das arterielle Blut in derselben aufsteigen und durch die stetige Höhe, welche es erreichte, den Druck angeben konnte, welcher von den Arterien aus gegen die Röhre wirkte, ist unbequem durch die Gerinnung des Blutes und durch die erforderliche Quantität desselben. Denn der letztere Umstand macht diese Untersuchungsweise weniger anwendbar für kleinere Thiere, sowie der erstere Schwierigkeiten bedingen würde, wenn das Instrument an kleinere Arterien selbst größerer Thiere angebracht werden sollte. Die Erlangung der interessanten Resultate, welche aus der Vergleichung des Druckes bei Thieren von bedeutend verschiedener Größe, sowie aus der Vergleichung verschiedener, verschieden großer Gefäße von demselben Thiere hervorgehen können, verdanken wir der von Poiseuille besonders angewandten Vorrichtung. Diese (Hämatodynamometer, Hémadynamètre, Blutdruckmesser) besteht in einem Manometer, welches am besten mit Quecksilber gefüllt wird. Der Schenkel, welcher mit dem Blutgefäße in Verbindung zu setzen ist, hat zu dem Ende eine Spitze und einen Hahn. Man läßt über dem Quecksilber in diesem Schenkel einen Raum, welcher mit der Auflösung eines Salzes gefüllt wird, welches die Gerinnung des später zutretenden Blutes hindert. Hat man dann die Communication dieses Schenkels mit der Arterie hergestellt, so erhebt der Druck des eintretenden Blutes die Quecksilbersäule des andern Schenkels. Von der Differenz der Quecksilbersäulen in den beiden Schenkeln ist dann natürlich derjenige Theil abzuziehen, welcher durch das Gewicht der in dem einen Schenkel über dem Quecksilber befindlichen Säule von Blut und Salzlösung bedingt wird. Der Rest der Differenz drückt die Pression aus, welche das Blut in den Arterien erleidet. Da das Quecksilber

in dem gegen die atmosphärische Luft gekehrten Schenkel sich nun um 4″, 5″, 6″ und mehr über das im andern Schenkel erhebt, je nachdem man bei kleineren oder größeren Thieren experimentirt, so erleidet also das arterielle Blut bei diesen Thieren den Druck von $^1/_7$ — $^1/_5$ Atmosphäre (und darüber) mehr als den einer Atmosphäre, welcher auf den Körper drückt und auch den Druck vieler Theile in demselben, wie später zu erörtern, wesentlich mitbestimmt.

Man hat es auffallend gefunden, daß der Blutdruck bei Thieren von so verschiedener Größe, wie z. B. Pferd und Hund, nicht bedeutendere Verschiedenheiten zeigte. Diese Verschiedenheiten sind freilich weit entfernt davon, in einem direkten Verhältnisse zu der Größe der Thiere oder auch zu der etwa muthmaßlichen Quantität der zu bewegenden Blutmasse zu stehen. Die im Vorhergehenden vorbereiteten Begriffe werden es leicht begreiflich machen, wie das zusammenhängt. Es ist nämlich ganz klar, daß der Druck des Blutes in den Arterien eines Pferdes, soweit er dazu dienen soll, das Blut durch die Capillaren zu treiben, durchaus gar nicht größer zu sein braucht, als in den Arterien eines Hundes. Man setze sich hier nur wieder an die Stelle der Arterien ein Gefäß, in welchem eine Säule von gewisser Höhe den Ausfluß einer gewissen Quantität Flüssigkeit durch eine gewisse Anzahl von Oeffnungen im Boden bewirkt. Verdoppeln, verdreifachen wir die Anzahl dieser Oeffnungen, so brauchen wir nicht den Druck zu vermehren, um den Abfluß zu verdoppeln, zu verdreifachen, sondern wir haben nur nöthig, den Zufluß so zu vermehren und dadurch das Gleichbleiben des Druckes möglich zu machen.

Dies läßt sich völlig auf die Haargefäße anwenden. Denn wir haben keinen Grund anzunehmen, daß in Beziehung auf die Capillaren zwischen einem größeren und einem kleineren Thiere irgend ein weiterer von der Größe abhängiger Unterschied stattfinde, als der der Anzahl. Da nun die Verschiedenheit der Anzahl derselben keine Verschiedenheit des Druckes bewirkt noch erfordert, so können wir den geringen Unterschied zwischen größeren und kleineren Thieren begreifen, indem wir annehmen, daß die Widerstände, welche auf die Bewegung des Blutes innerhalb der Capillaren wirken, einen sehr bedeutenden Antheil sämmtlicher Widerstände ausmachen, daß die verschiedene Länge der größeren Röhren, Arterien und Venen, welche das Blut in kleineren und größeren Thieren zu durchlaufen hat, also nur eine geringere Differenz in den Widerständen bewirken können. Zu dieser Annahme haben wir nun aber auch schon einen positiven Grund in Versuchen, welche wir Poiseuille verdanken. Diese sprechen sehr dafür, daß die Hemmung, welche das Blut in den großen Kanälen erfährt, nicht sehr bedeutend ist. Poiseuille hat den Blutdruckmesser an sehr verschiedenen Stellen des arteriellen Systemes angebracht, an Stellen namentlich, deren Entfernung vom Herzen eine verschiedene ist. Indem er bei solchen Untersuchungen keine bedeutende Verschiedenheit des Druckes an den verschiedenen Stellen fand, schloß er, daß die Kraft, welche das Blut in den Arterien bewege, in verschiedenen Entfernungen vom Herzen nicht verschieden sei. Wir können dies mit anderen Worten so ausdrucken: daß von dem Drucke, welcher nahe am Herzen als Bewegungskraft wirkt, bis zu einer entfernteren (aber noch in den großen Arterien befindlichen) Stelle nichts durch die Hemmung an den Wänden verloren gehe. Obgleich es nun nicht denkbar erscheint, daß wirklich gar kein Verlust stattfinde, so dürfen wir uns als Resultat dieser Versuche doch wohl aneignen, daß in den großen Arterien der Verlust, die Hemmung, gering sei. Eine geringe Differenz kann dem Experimentator bei solchen Gelegenheiten leicht ent-

gehen, und es ist namentlich für eine ganz genaue Bestimmung des mittleren Druckes, und die Vergleichung zweier Stellen in Beziehung darauf eine Schwierigkeit in den Schwankungen, welche der Blutdruck gleichzeitig mit den Herzthätigkeiten und den respiratorischen Bewegungen erleidet. Diese sind noch dazu näher am Herzen nothwendig stärker und könnten sich dort vielleicht sogar in Beziehung auf die Schnelligkeit des Wachsens und Fallens anders verhalten als an anderen Stellen. Nimmt man diese Schwierigkeit auf der einen Seite und die, ich darf wohl sagen, Nothwendigkeit eines gewissen Grades von Kraftverlust auf der andern, so ist es wohl gerechtfertigt, wenn wir uns zu Poiseuille's Behauptung so verhalten, wie gesagt wurde: wir nehmen an, daß diese Hemmung gering ist, was denn in der Beschaffenheit der Wandungen seinen Grund haben mag. —

Da wir hier von dem Drucke des Blutes handeln, da dieser durch die Thätigkeit des Herzens in ihrem Verhältnisse zu den Widerständen in den Gefäßen entsteht und Kürschner in dem Artikel über das Herz auf die Verhandlungen über die Kraft des Herzens nicht hat eingehen wollen, so dürfte es am Platze sein, einige Worte darüber zu sagen.

Es wird aus einer Vergleichung des Herzens mit anderen Muskeln leicht klar werden, wie man sich bei der Untersuchung über die Kraft des Herzens (ohne doch diesen Ausdruck etwa auf eine gezwungene Weise zu gebrauchen) ganz verschiedene Ziele setzen kann. Auf alle die verschiedenen Fragen, welche man sich bei diesen Untersuchungen gestellt hat, gehen wir hier jedoch nicht ein. Seitdem Poiseuille [1]) einmal genügend auseinandergesetzt hat, daß die Resultate, über deren ungemeine Verschiedenheit Viele sich gewundert haben, eben die Antworten auf ganz verschiedene Fragen waren, daß die Verfasser der verschiedenen Untersuchungen ganz verschiedene Zwecke hatten, ist es nur nöthig, auf jenen Aufsatz zu verweisen. Es ist kaum denkbar, daß Jemand nach Lesung desselben noch die verschiedenen Angaben über die Kraft des Herzens als Beweis der Trüglichkeit der Untersuchungen über die mechanischen Verhältnisse des thierischen Leibes anführen möchte, wie das nicht selten aus Unwissenheit geschehen ist.

Die Fragen, auf welche man zunächst kommen kann und muß, mögen hier allein erwähnt werden, und erläutert, wie gesagt, durch Beispiele anderer Muskeln. — Wenn der zweibäuchige Muskel, welcher bei Fixation seiner beiden Endsehnen das Zungenbein hebt, zu diesem Zwecke verwandt wird, so ist die Kraft, mit welcher die beiden Bäuche sich zusammenziehen, sehr verschieden mit derjenigen, mit welcher das Zungenbein in die Höhe gehoben wird. Die letztere geht aus den Winkeln hervor, unter welchen die Wirkungen der beiden Muskelbäuche sich schneiden; die Last, welche auf diese Weise gehoben wird, ist viel geringer, als diejenige, welche dieser Muskel heben würde, wenn die Linie, in welcher der eine Bauch wirkt, parallel wäre derjenigen, in welcher der andere zieht. Die eine wie die andere Kraft könnte aber vernünftiger Weise als die Kraft, welche der Muskel äußert, bezeichnet werden.

Ebenso wird man in Beziehung auf das Herz fragen können, welche Wirkung die sämmtlichen Fasern des Herzens zeigen würden, wenn sie mit derselben Kraft, wie bei einer Systole, sich zusammenziehend, einander parallel und gerade gestreckt zur Aufhebung einer Last gebraucht würden, an welche sie mit dem einen Ende befestigt wären, während das andere Ende dieser Fasern einen fixen Punkt senkrecht über der zu hebenden Last hätte. Es versteht sich von

[1]) Magendie, Journ. 1829. besonders p. 357.

selbst, daß man bei einer solchen Untersuchung sich darüber verständigen müßte, welche Länge man den Fasern als Mittelwerth zuschreiben wollte u. s. w., die Untersuchung würde dann aber zu der einfachsten Vergleichung der Kraft, welche das Herz bei einer Systole verwendet, mit den Kraftäußerungen, welche wir bei anderen Muskeln wahrnehmen, führen. — Daneben würde nun die andere Frage sich erheben, welcher Druck bei einer Systole auf das Blut ausgeübt wird, welches sich aus dem Herzen entfernt. Diese Kraft verhält sich zu der andern ganz ähnlich, wie die von dem zweibäuchigen Muskel gegen das Zungenbein ausgeübte sich zu der verhält, mit welcher die beiden Bäuche sich eigentlich zusammenziehen und welche, wie gesagt, bestimmt werden müßte durch das Gewicht, welches sie bei gleicher Anstrengung heben würden, wenn sie parallel wirkten.

Um zu bestimmen, welche die Kraft wäre, mit welcher die Muskelmasse des Herzens auf das Blut bei der Systole wirke, würden wir nun berücksichtigen müssen: die Ausdehnung der Fläche, auf welcher sich Blut und Herzwand berühren, die Quantität Blut, welche durch eine Systole ausgeworfen wird, die Zeit, welche hierauf verwandt wird, der Widerstand, welcher etwa durch die Form der Herzmündung bedingt wird (welche aber sehr günstig für das Ausströmen von Flüssigkeiten gebaut sein soll), dann noch besonders der Widerstand von den Arterien her.

Es wäre nun wohl thunlich, für diese verschiedenen Factoren mehr oder weniger plausible absolute Größen aufzustellen und so ein Resultat zu gewinnen. Indessen kam es uns hier nur darauf an, durch Nennung dieser Factoren auf das Ungenügende vieler Angaben über die Herzkraft hinzuweisen. So findet man als Maaß der Herzkraft: dasselbe setze in einer Stunde so und so viel Blut in Bewegung, als wenn die bloße Schwere des Blutes zu überwinden wäre und die Quantität der mitgetheilten Bewegung nicht bestimmt zu werden brauchte: oder das Herz contrahire sich unter einem Drucke von einer Säule von solcher Höhe und solcher Basis, wobei dann nicht bemerkt wird, wie hoch sich diese Säule dabei hebt und in wie viel Zeit.

Wir haben um so weniger das Bedürfniß, den wahrscheinlichsten Ausdruck für die besprochene Kraftsumme zu finden, als dieselbe in gar keinem directen Verhältnisse zu dem Drucke steht, welcher das Blut aus den Arterien treibt. Dieser Druck, von welchem die Geschwindigkeit des Kreislaufes unmittelbar abhängt, könnte bei sehr verschiedenem Kraftaufwande des Herzens derselbe bleiben. Dies ist möglich besonders durch Veränderung des einen der genannten Factoren bei der Bestimmung der Kraft, welche das Herz in einer Systole gegen das Blut ausübt, des Factors der Zeit. Jedermann weiß, daß die Kraft, welche auf eine Bewegung zu verwenden ist, mit der Geschwindigkeit der Bewegung wächst. Nehmen wir nun an, daß ein Herz sich 60mal in einer Minute zusammengezogen und jedesmal 3 Loth Blut in die Aorta entleert hat. Hierdurch ist eine bestimmte Geschwindigkeit der Blutbewegung, eine bestimmte Summe der Widerstände, eine bestimmte mittlere Höhe des arteriellen Druckes gesetzt. Keineswegees ist hiermit aber die Kraft, welche das Herz gegen das Blut aufgewandt hat, bestimmt. Diese ist z. B. sehr verschieden, je nachdem die Systole jedesmal $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ Secunde dauerte. Der Druck in den Arterien wird aber hiedurch höchstens insofern verändert, als er etwas stärkere Schwankungen erleidet. Sein Mittelwerth muß gleich bleiben.

Nach diesen wenigen Worten über die Herzkraft kehren wir zu dem Zustande des Blutes in den Arterien zurück. Wir haben jetzt die Gesetze der

Widerstände genauer zu betrachten, welche die eine Bedingung dieses Druckes sind und in einfachem Verhältniß mit demselben stehen.

Da es zweifelhaft sein mußte, ob die Gesetze der Hemmung der Flüssigkeiten, welche man an Röhren von bedeutendem Kaliber gefunden hatte, durchaus auch auf Röhren von solcher Feinheit wie die Capillaren anwendbar wären, Röhren aber von auch nur annäherungsweise solcher Feinheit nicht leicht zu Experimenten zu verwenden sind, so war es sehr natürlich, darauf zu denken, an den Capillaren selbst, wenigstens in Beziehung auf einige Gesetze, zu experimentiren. In größerer Ausdehnung lassen sich freilich die Fragen, welche hier vorliegen, wie man sogleich sehen wird, nicht an diese Gebilde unmittelbar richten. Deßhalb habe ich zwar vor einigen Jahren schon auf Versuche an den Capillaren des thierischen Körpers gedacht, habe auch eine Versuchsreihe angestellt, will aber, ehe ich diese beschreibe, erst die vollständigen Untersuchungen benutzen, welche seitdem von Poiseuille bekannt geworden sind [1]). Diese Versuche sind an Glasröhren angestellt und als Flüssigkeit ist reines Wasser angewandt. Ohne auf eine Beschreibung des hierbei benutzten Apparates näher einzugehen, muß nur bemerkt werden, daß zu den Experimenten zum Theil sehr feine Röhren (bis zu 0,02^{mm} Durchmesser im Lumen) verwandt wurden, daß der als Bewegungskraft angewandte Druck bis zu acht Atmosphären gesteigert werden konnte und daß die Mündungen der Röhren, aus welchen das Ausfließen geschah, sich unter Wasser befanden. Die Wichtigkeit der letzteren Maßregel geht aus den Erscheinungen der Capillarität hervor. Man weiß, daß Wasser sich in Capillarröhren hebt. Man weiß ferner, daß eine Röhre von bestimmtem Durchmesser die Flüssigkeit, in welche sie mit dem einen Ende eingetaucht ist, bis zu einer gewissen Höhe hebt. Wenn man nun aber eine Röhre, von welcher bekannt ist, bis zu welcher Höhe sie das Wasser hebt, mit einer Säule dieser Flüssigkeit füllt, welche eine bedeutendere Länge hat, als der Steighöhe entspricht, und dann dieselbe nicht mit dem unteren Ende in Wasser, sondern frei in der Luft senkrecht hält, so ist sie im Stande, diese viel längere Säule zurückzuhalten. Dabei bildet sich an der unteren Fläche des Wassersäulchens eine Kuppe. Es ist in den Lehrbüchern der Physik nachzusehen, auf welche Weise aus dieser convexen Oberfläche die Kraft abgeleitet wird, welche den Theil der Säule trägt, der über die natürliche Elevationshöhe dieser Röhre hinausgeht. Es ist aber klar, daß die an der Oberfläche einer solchen Säule herrschende Spannung, wenn sie dem Drucke der Schwere eines Theiles des Säulchens zu widerstehen vermag, überhaupt sich der Bewegung des Wassers aus einer feinen Röhre entgegensetzen muß, dieselbe unter Umständen verhindert. Dieses Verhältniß einmal zu besprechen, war uns um so wichtiger, als man, mit Vernachlässigung desselben, ganz ungehörige Schlüsse aus einigen Versuchen auf den Kreislauf des Blutes übertragen hat. Man hat es zuweilen bemerkt, daß ein selbst bedeutender Druck Flüssigkeiten durch feine Röhren nicht zu bewegen im Stande war. Das hing denn aber von dieser Art des Widerstandes an den Ausflußmündungen ab und nicht von den Widerständen in den Röhren. Da wir in Beziehung auf letztere finden werden, daß sie mit der progressiven Geschwindigkeit der Flüssigkeiten ab- und zunehmen, so müssen sie nothwendig im Zustande der Ruhe = 0 sein. Es ist also nicht denkbar, daß sie die Bewegung einer Flüssigkeit, selbst bei einem geringen Drucke, ganz aufheben könnten. Die Kraft, welche an freien

---

[1]) Vgl. Comptes rendus des séances de l'Ac. d. Sc. 1842. 26. Dcbr. — 1843. 9. Janv.

Mündungen wirkt, ist dagegen auch im Zustande der Nichtbewegung (wie wir an der Festhaltung einer durch ihr Gewicht drückenden Säule in einer Capillarröhre sahen) thätig. Eine solche Kraft ist aber in den überall gefüllten Blutgefäßen nirgends möglich. Poiseuille hat sie vermieden, wie nothwendig war, indem er seine Röhren nicht frei, sondern unter einem Wasserspiegel münden ließ.

Unter den zu prüfenden Momenten ist nun zuerst zu erwähnen das Verhältniß zwischen Druckhöhe und progressiver Geschwindigkeit. Daß die Widerstände mit der Geschwindigkeit zunehmen müssen, ist einleuchtend aus der einfachen Betrachtung, daß die Widerstände von der Fortrückung der flüssigen Theile an der festen Wand herrühren und daß die Summe dieser Fortrückungen bei vermehrter Geschwindigkeit zunimmt. Es ist aber die Frage, ob dies in gleichem Verhältniß geschieht oder nicht. Wenn die Widerstände in gleichem Verhältniß zur Geschwindigkeit zunehmen, so erfordert doppelte Geschwindigkeit doppelte Kraft, oder doppelte Kraft bewirkt doppelte Geschwindigkeit. Ist das Verhältniß der Widerstände zur progressiven Bewegung dagegen ein anderes, so wird die Vermehrung eines Druckes, welcher eine gewisse Bewegung unterhält, auf das Doppelte, die Bewegung entweder mehr oder weniger als auf das Doppelte erhöhen.

Poiseuille fand nun allerdings, daß jenes einfache Verhältniß stattfinde. Die Ausflußmengen und der Druck wuchsen und stiegen in gleichem Verhältniß. Da seine Resultate gerade in dieser Hinsicht von Sätzen abweichen, welche frühere Experimentatoren begründet zu haben glaubten, so ist nöthig zu bemerken, daß dieses Gesetz sich nur dann bewährt, wenn die angewandten Röhren nicht zu kurz sind, und zwar muß die Länge derselben um so bedeutender sein, je größer ihr Durchmesser ist. Eine Röhre von $0{,}65^{mm}$ Durchmesser und 384^{mm} Länge zeigte z. B. dieses einfache Verhältniß zwischen Druck und Ausflußquantum. Als sie bis auf 200^{mm} verkürzt wurde, war jenes Verhältniß schon gestört. Ein anderes Röhrchen, welches nur $0{,}029^{mm}$ Durchmesser hatte, zeigte noch bei $2{,}1^{mm}$ Länge das einfache Verhältniß. Diese speciellen Angaben sind sehr wichtig für uns. Die mittlere Länge des Weges, welchen ein einzelnes Bluttheilchen in den Capillaren zurückzulegen hat, ist ohne Zweifel eine ziemlich geringe. Es könnte also die Frage entstehen, ob für so kurze Röhren das Gesetz gelten möchte. Aus den Durchmesser- und Längenverhältnissen des letzten Röhrchens wird die Anwendbarkeit des Gesetzes auf die Capillaren des thierischen Körpers aber wohl wahrscheinlich.

Eine solche Anwendung könnten wir nun z. B. unter folgender Form machen: Wenn sich die Thätigkeit des Herzens so vermehrt, daß sie in gleicher Zeit noch einmal so viel Blut in die Arterien schafft, als früher, so erfordert dies eine doppelte progressive Geschwindigkeit in den Capillaren. Diese kann zu Anfang der vermehrten Thätigkeit des Herzens noch nicht stattfinden, weil der Druck in den Arterien dann nur der Geschwindigkeit, der Summe von Widerständen angemessen ist, welche vorher in den Capillaren stattfand. Eine kurze Zeit hindurch wird weniger aus den Arterien fließen, als hineintritt. Dadurch werden diese stärker gespannt. Ist diese Spannung doppelt so stark geworden, als sie früher war, so ist sie im Stande, die doppelte Quantität Blut, als früher, durch die Capillaren zu treiben. Jetzt ist Gleichgewicht zwischen der Quantität, welche das Herz liefert, dem Drucke in den Arterien und den Widerständen in den Capillaren.

Ebenso begreiflich, wie die Vermehrung der Widerstände durch die Vermehrung der progressiven Bewegung, ist es, daß die Länge der Röhre von

Einfluß auf die Summe der Hemmung ist. Poiseuille fand, daß sich, bei übrigens gleichen Verhältnissen, die Ausflußquanta umgekehrt wie die Längen der Röhren verhielten (die Hemmung also in geradem Verhältnisse mit der Länge der Röhre wächst), vorausgesetzt, daß die Kürze der Röhre ein Minimum nicht überschritt. Dieses Minimum schien dasselbe zu sein, wie das bei dem vorigen Gesetze.

Wir werden später sehen, welchen Einfluß wir diesem Gesetze zuschreiben können, inwiefern dasselbe zur Aufklärung zweifelhafter Punkte in der Physiologie des Kreislaufes vielleicht beitragen kann.

Ferner mußte das Verhältniß der Durchmesser der Röhren zu den Widerständen untersucht werden. Daraus, daß die Peripherien von Cylindern verschiedener Durchmesser sich zu einander verhalten wie die Durchmesser, während die Querschnitte im Verhältniß der Quadrate der Durchmesser zu einander stehen, ergiebt sich ohne Weiteres, daß zwei gleiche Volumina einer Flüssigkeit, deren eins in einer großen Röhre enthalten ist, während das andere auf mehre Röhren vertheilt ist, deren Gesammtquerschnitt (Summe der Querschnitte) dem der großen Röhre gleich ist, in verschiedener Ausdehnung mit der umgebenden Röhre in Berührung stehen, daß die Berührungsfläche zwischen Wand und Flüssigkeit (und folglich die Hemmung, im Falle beide Volumina gleich starke progressive Bewegung machen) im letzteren Falle größer ist, als im ersteren. Vertheilt man z. B. die Flüssigkeit aus einer cylindrischen Röhre in vier engere Cylinder, welche unter sich gleich sind und zusammen den gleichen Querschnitt darbieten, wie die große Röhre, so ist die Fläche, in welcher sich Flüssigkeit und Wand berühren, im letzteren Falle verdoppelt. Da eine Säule von bestimmter Höhe auf die vier Röhren nicht stärker wirken kann, als auf die eine, insofern die Fläche, gegen welche der Druck wirkt (der Querschnitt der einen, die Summe der Querschnitte der anderen Röhren), im einen Falle so groß ist, als im andern, so kann die progressive Bewegung im einen Falle nicht so groß sein, als im andern.

Das Gesetz, welches Poiseuille über dieses Verhältniß aufgestellt hat, erfordert ebenfalls eine gewisse Länge der Röhren, wie die vorhergehenden. Er fand aber, daß die Röhren von erforderlicher Länge unter übrigens gleichen Umständen der Ausflußquanta sich verhielten, wie die vierten Potenzen der Durchmesser. — Bei den vorher erwähnten vier Röhren mußten die Durchmesser = 1 sein, wenn er bei der großen = 2 war. Nach Poiseuille's Resultaten würde also bei dem Druck einer gleich hohen Säule jede der kleinen Röhren in derselben Zeit ein Ausflußquantum = 1 ergeben, in welcher die große ein Ausflußquantum = 16 ergäbe. Das Ausflußquantum der 4 Röhren zusammen wäre = 4, verhielte sich also zu dem der großen Röhre wie 1 : 4, und dies (das Verhältniß der zweiten Potenz der Durchmesser) wäre also auch das Verhältniß der progressiven Geschwindigkeit.

Aus der Vergleichung dieses Gesetzes mit dem ersten würde sich also ergeben, daß wir die den Druck bewirkende Säule um das Vierfache erhöhen müßten, um aus den vier Röhren ein ebenso bedeutendes Ausflußquantum zu erlangen, als die große bei dem einfachen Drucke ergiebt.

Von diesem Gesetze darf man vielleicht noch nicht unmittelbar Anwendung machen, wenn man an die Stelle des Wassers eine nicht netzende Flüssigkeit setzt. Wenn eine Flüssigkeit in Röhren strömt, welche deren Wände befeuchtet, so wird nothwendig in der Axe des Gefäßes ein Faden der Flüssigkeit viel rascher strömen, als die in Berührung mit der Wand befindliche Schicht. Es ist denkbar, daß Verschiedenheiten der Flüssigkeiten, welche in Beziehung

hierauf stattfinden, die allgemeine Anwendung des Gesetzes beeinträchtigen. Indessen insofern wir nach einer Anwendbarkeit auf das Blut in seinen Röhren fragen, dürfte diese wohl weniger zweifelhaft sein, da das Blut entschieden eine capillare Elevation von den Gefäßwandungen erfährt. Wir werden daher, wenigstens probeweise, eine Anwendung des Gesetzes späterhin machen, um so mehr als das, was wir aus dem Gesetze herleiten werden, im Allgemeinen seine Richtigkeit behalten wird, auch wenn die absoluten Werthe, welche wir nach diesem Gesetze finden, durch Aenderung desselben einmal eine Modification erfahren sollten.

Ein Factor, welcher wenigstens für die Bewegung des Blutes in den Gefäßen der Cutis nicht gleichgültig sein kann, ist die Wärme. — Die Wärme wirkt vermindernd auf die Widerstände, also vermehrend auf die progressive Bewegung, die Ausflußquanta. Poiseuille fand z. B. bei 45° C. das Ausflußquantum $2\frac{1}{2}$ mal so groß, als bei 5° C.

Da das Blut Veränderungen seiner Beschaffenheit erleiden, an einzelnen Bestandtheilen reicher, an anderen ärmer werden kann, so haben auch diejenigen Versuche von Poiseuille ein Interesse für uns, welche er mit Beimengung von Salzen und verschiedenen anderen Substanzen in Wasser anstellte. Kochsalz in Wasser aufgelös't vermehrt z. B. die Widerstände, essigsaures Ammoniak vermindert dieselben. Merkwürdig war besonders das Verhalten von Alkohol. Derselbe fließt unter übrigens gleichen Umständen langsamer aus, als Wasser. Ein Quantum Alkohol gebrauchte z. B. 11 Minuten 22 Secunden, während ein gleiches Volumen Wasser nur 8′ 43″ gebraucht. Noch langsamer als Alkohol gehen aber die Mischungen von Alkohol und Wasser außer denjenigen, welche sehr wenig Alkohol enthalten. Eine Verbindung von 1 Alkohol mit 3 Wasser gebrauchte sogar 24′ 4″. — Blutserum fließt in Glasröhren langsamer, als Wasser. Zusatz von essigsaurem Ammoniak befördert die Bewegung des Serum, Zusatz von Alkohol macht sie langsamer.

Poiseuille stellte dann auch Versuche über die Verschiedenheit der Widerstände in Blutgefäßen todter Thiere an, je nachdem die Flüssigkeit diese oder jene Zusammensetzung hat. Daß man mit destillirtem oder auch mit Brunnenwasser diese Versuche nicht machen kann, erfährt man sogleich, indem die Endosmose in solchem Falle eine Aufquellung der Gewebe verursacht, welche den Versuch unnütz macht. Außerdem gebrauchte Poiseuille auch die Vorsicht (welche auch ich bei den meisten Versuchen angewandt hatte), vor den Beobachtungen erst so viel Flüssigkeit durch die Capillaren laufen zu lassen, daß diese dadurch möglichst von Blut gereinigt wurden.

So fand Poiseuille nun auch bei wirklichen Blutgefäßen, daß Zusatz von essigsaurem Ammoniak die progressive Bewegung des Serum vermehrt, Alkohol sie vermindert.

Endlich hat Poiseuille noch Versuche an lebenden Thieren gemacht, über die Veränderungen der Widerstände, welche durch die Beimischung verschiedener Substanzen zum Blute bewirkt werden. So sehr ich indessen die Wahrscheinlichkeit anerkenne, daß solche Veränderungen auf solche Weise wirklich bewirkt werden können, so geneigt ich bin, dies nach Poiseuille's Versuchen an todten Gefäßen als plausibel anzunehmen, so ist es doch nöthig zu bemerken, daß diese an lebenden Thieren von ihm angestellten Versuche nicht correct sind und eine Bestärkung jener Wahrscheinlichkeit aus denselben wohl nicht gefolgert werden kann. Doch urtheile man aus den Versuchen. Poiseuille ermittelt vorläufig, wie schnell Blutlaugensalz, welches in eine Halsvene eingebracht war, durch das rechte Herz, die Lungen, das linke Herz, die

Arterien und Capillaren hindurch wieder in der Vene erschien. Am andern Tage wurde nun dieselbe Substanz demselben Pferde wieder eingeflößt in Begleitung einer andern, deren Einfluß auf die Widerstände man prüfen wollte. Es fand sich nun in mehren Versuchen, daß das Blutlaugensalz, mit Alkohol zusammen eingebracht, später, mit essigsaurem Ammoniak zusammen, früher bis in die Vene wieder gelangte, als Tags vorher.

Wir wollen hier gar nicht den Einwurf geltend machen, daß die Annahme übrigens völlig gleicher Bedingungen bei Experimenten, an verschiedenen Tagen angestellt, etwas gewagt ist. Dieser Einwurf würde die Methode nicht gerade unmöglich machen. Eine Uebereinstimmung vieler Versuche, die Uebereinstimmung der Wirkung einer Substanz an lebenden und todten Gefäßen würden doch immer ein Resultat von bedeutender Wahrscheinlichkeit gewinnen lassen.

Einen andern Einwurf hat Poiseuille selbst vorausgesehen. Es könnten nämlich die dem Blute beigemengten Substanzen ja auf die Thätigkeit des Herzens wirken. Dadurch könnte durch Beimengung der einen der Kreislauf vom Herzen aus beschleunigt, durch Einwirkung der andern von eben da aus verlangsamt werdn. Dann wäre von der Ermittelung eines einfachen physikalischen Verhältnisses durch diese Versuche nicht mehr die Rede.

Folgendermaßen glaubt nun Poiseuille zu beweisen, daß die von ihm angewandten Substanzen die Thätigkeit des Herzens nicht stören. Es wird mit dem Blutmanometer der Druck in den Arterien gemessen. Dann wird in die Venen von der Substanz eingeflößt, welche später zum eigentlichen Versuche angewandt werden soll. Der arterielle Druck wird nun beständig beobachtet und da derselbe sich nicht ändert, so hält Poiseuille den Beweis für geführt, daß diese Substanzen die Thätigkeit des Herzens nicht ändern.

Wenn man sich nun der Art und Weise erinnert, wie ein constanter Druck in den Arterien zu Stande kommen kann, so sieht man sogleich eine Mangelhaftigkeit in Poiseuille's Beweisführung. Wenn der constante Druck durch die Umstände bedingt ist, daß der Zufluß in ein System so stark ist, daß die Oeffnungen, aus welchen der Abfluß stattfindet, nur dann hinreichen, den Abfluß dem Zuflusse gleich zu machen, wenn durch Anhäufung in dem Systeme ein gewisser Druck entstanden ist, welcher eine gewisse, dem Zuflusse und der Größe der Abflußöffnungen entsprechende Geschwindigkeit erzeugt; wenn dies der Fall ist, so ist es natürlich, daß der Druck sich nicht gleich bleiben kann, wenn durch irgend eine Ursache (Vergrößerung der Abflußöffnungen, Zusatz einer Substanz, welche die Widerstände mindert u. s. w.) die Abflußmenge ohne Vermehrung des Zuflusses erhöht wird. In einem solchen Falle muß vielmehr der Druck, die Säule sinken, bis durch deren Verminderung die Ungleichheit wieder aufgehoben ist. Geschieht das Gegentheil, werden die Widerstände erhöht, so muß die Säule steigen, bis wieder der Abfluß so stark geworden ist, wie der Zufluß.

Nähmen wir also Poiseuille's Beobachtungen für ganz genau, so würde es unmöglich sein, dieselben allein durch die Veränderungen zu erklären, welche er für die Ursachen der von ihm beobachteten Erscheinungen hält. Man könnte aber allerdings annehmen, daß in dem einen Falle, wo er Beschleunigung des Kreislaufes fand, ohne Veränderung des Druckes, dies entstanden wäre durch eine Verminderuug der Hemmung, welche sogleich durch eine Vermehrung der Herzthätigkeit wieder ausgeglichen wäre. So würde man dieselben Erscheinungen an einem künstlichen Apparate erzeugen können. Fände z. B. aus einem Gefäße durch feine lange Röhren bei einem bestimmten Drucke ein Abfluß Statt, welcher einem in dieses Gefäß stattfindenden Zuflusse entspräche,

verkürzte man alsdann diese Röhren, so würde es durch passende Vermehrung des Zuflusses möglich sein, den Druck bei gleicher Höhe zu erhalten. Die Abflußquanta würden dann dabei vermehrt sein. Dies entspräche dem Versuche mit Zusatz von essigsaurem Ammoniak.

Hätten an den Abflußröhren Veränderungen entgegengesetzter Wirkung stattgefunden, so würde man den Zufluß so vermindern können, daß der Druck gleich bliebe. Der Abfluß würde sich dabei vermindern. Dies würde dem Versuche mit Zusatz von Alkohol entsprechen.

Sollte man nun aber auch geneigt sein, die Beobachtungen für völlig genau zu halten, so würde man sich doch zu dieser Erklärungsweise wohl nicht gern verstehen. Es würde sich dabei ja, wie man sieht, die Nothwendigkeit finden, dem Alkohol eine augenblicklich herabstimmende Wirkung auf das Herz zuzuschreiben. Dies ist zu unwahrscheinlich. Es begreift sich aber auch leicht, daß im lebenden Körper bei Anwendung solcher Substanzen auch die Contraction oder Ausdehnung der Gefäße in Betracht kommen kann, welche Poiseuille ganz übersehen hat. Wir wollen uns nun auf einen Erklärungsversuch gar nicht einlassen. Es scheint aber durch die Complication, welche der letztgenannte Factor bedingt, die von Poiseuille angewandte Methode schon fast unbrauchbar zu werden. Was wir über die Einwirkung der Zusammenziehung oder Ausdehnung der Gefäße auf den Kreislauf zu sagen haben, findet sich in dem Abschnitte dieses Aufsatzes, welcher speciell von den Capillaren handelt.

An die Versuche von Poiseuille schließe sich nun eine kurze Erwähnung der von mir früher angestellten. Der ursprüngliche Zweck derselben ist noch nicht völlig erreicht. Einiger anderer Beziehungen halber mögen sie aber hier Platz finden. Mein Zweck war, an den Capillaren des thierischen Körpers selbst Aufschluß zu erhalten über das Verhältniß zwischen Druck und Geschwindigkeit oder Geschwindigkeit und Widerständen. Es versteht sich von selbst, daß man hierbei Differenzen des Druckes nicht in der Ausdehnung anwenden kann, in welchen Poiseuille sie an unorganischen Röhren anwandte. Auch kommen allerdings so große Differenzen im lebenden Thiere nicht vor. Natürlich hat es aber große Schwierigkeitan, zu einem Resultate zu gelangen, wenn die Differenzen des Druckes gering sind. Die Störungen, welche einwirken können, betragen hier immer einen größeren Bruchtheil des Resultates. Auf der andern Seite kann man aber, auch nach den vorgetragenen vortrefflichen Untersuchungen von Poiseuille, die Untersuchung an den Blutgefäßen noch nicht für entbehrlich halten. Wir sahen, wie die Zunahme der Widerstände mit der Geschwindigkeit nur unter gewissen Bedingungen sich an das von Poiseuille aufgestellte Gesetz hält. Die Röhren dürfen nicht zu kurz sein. Wir haben es wahrscheinlich gefunden, daß die Capillaren des thierischen Körpers die hinreichende Länge hätten. Indessen findet doch nicht bloß in den Capillaren eine Hemmung Statt, wenn auch die daselbst statthabende einen großen Bruchtheil betragen mag. Es würde also immerhin zu wünschen sein, durch eine Reihe gelungener Experimente an dem Blutgefäßsysteme selbst zu ermitteln, wie sich in demselben, in Bausch und Bogen genommen, die Widerstände gegen die Geschwindigkeit verhalten.

Indessen sind bei solchen Versuchen so bedeutende Irrthumsquellen, welche man nicht beherrschen kann, daß ich durchaus aus den bis jetzt von mir angestellten nichts Entschiedenes folgern mag. Es ist nach den Zahlen, welche ich erhalten habe, denkbar, daß das Zunehmen des Widerstandes in gleichem Verhältnisse mit der Geschwindigkeit, wie es Poiseuille fand, auch hier sich

bewährt. Mehr läßt sich aber nicht sagen. Ich will indessen die Methode, so einfach sie ist, hierher setzen, da ich doch einige Erfahrungen dabei gemacht habe und es Anderen vielleicht gelingt, sie zu verbessern.

Es ist schon ein übler Umstand, daß man zu den Versuchen nicht Blut anwenden kann. Wenigstens der Vergleichung wegen wäre es interessant. Man könnte zwar geradezu an lebenden Thieren den Versuch anstellen, indem man durch ein an den Arterien angebrachtes Blutmanometer den Druck in denselben beständig beobachtete und dabei zugleich eine Vene anschnitte, das aus ihr sich ergießende Blut auffinge, indem man entweder Gefäße von unter sich gleicher Capacität sich nach einander füllen ließe und die darauf verwandte Zeit mit dem dabei stattgehabten Drucke vergliche, oder indem man stets nach Ablauf einer bestimmten Zeit ein neues Gefäß anwendete und die erhaltenen Quantitäten mit den gleichzeitigen Druckhöhen zusammenstellte. Man würde so, wenn ein wirkliches Abnehmen des Druckes stattgefunden hätte, ein gleichzeitiges Abnehmen der Abflußquanta finden. Bedenkt man aber, wie vielen störenden Einflüssen man bei solchen Versuchen ausgesetzt sein würde, namentlich wenn man nicht sehr ruhige Thiere verwenden könnte, wie jede Muskelbewegung, jede Bewegung namentlich des Theiles, an welchem der Versuch angestellt wird, auf das Experiment störend einwirken würde, so möchte man sich schon ungern an einen solchen Versuch wagen. Dazu kommt dann aber noch, daß während eines solchen Experimentes die Spannung der Gefäße sich sicher ändern würde, wodurch ein in den Versuch eingreifendes Moment entstünde, dessen Wirkung sich gar nicht in Rechnung bringen ließe. Man muß also auf einen so schönen Versuch verzichten, der um so wichtiger sein würde, als er, von der Voraussetzung ausgehend, daß der Druck in den Arterien das Blut bewegt, in der Auffindung eines bestimmten mathematischen Verhältnisses zwischen Druck und Bewegung zugleich den klarsten Beweis für eben diese Voraussetzung geben würde [1]).

Aus den genannten Gründen ist es aber wohl räthlich, Versuche dieser Art an lebenden Thieren nicht anzustellen. Bei den von mir an todten Thieren gemachten Versuchen habe ich nun am zweckmäßigsten gefunden, mich ähnlicher einfacher Instrumente zu bedienen, wie sie schon Hales bei gewissen Versuchen anwandte und welche jetzt auch Poiseuille wieder bei den Experimenten gebrauchte, welche er an den Blutgefäßen todter Thiere machte. Ich befestigte einen durch einen Hahn absperrbaren Tubulus in eine Arterie, so daß die in derselben befindliche Spitze gegen die Verzweigung hin gerichtet war. Es war Sorge getragen, die Höhlung des Tubulus möglichst weit einzurichten. Das nicht befestigte Ende des Tubulus war erweitert, um eine Glasröhre aufzunehmen. Ich hatte nun eine Mehrzahl von Glasröhren von verschiedener Länge, welche an dem einen Ende in das erweiterte Ende des Tubulus einpaßten, an dem andern Ende eine kugel- oder trichterförmige Erweiterung hatten.

---

[1]) Sollte es vielleicht möglich sein, Versuche so anzustellen, daß man das Blut eines lebendigen Thieres durch die Arterien eines todten leitete? Man würde an einem Cadaver eine Arterie präpariren, wie in meinen Versuchen. Diese Arterie würde durch ein Rohr in Verbindung gesetzt mit der Arterie eines lebenden Thieres. Mit dem Rohre könnte ein Blutdruckmesser verbunden sein. Den Theil des todten Thieres, in welchem die Arterie sich verbreitet, hätte man in einer Temperatur von 30° zu erhalten. Das lebendige Thier würde zweckmäßig ein Wiederkäuer sein, wegen der kleinen Blutkörperchen. Es ist aber die Frage, ob nicht Gerinnung des Blutes hier hinderlich sein würde, wie bei der Anwendung von Blutwasser mit Blutkörperchen die letzteren Stockungen verursachen.

Eine dieser Röhren wurde dann eingesetzt, in senkrechter Stellung mit einer Auflösung von Kochsalz, welche zuvor gewärmt war, gefüllt, und alsdann der Hahn des Tubulus geöffnet. Man muß nun in der Glasröhre durch Nachgießen von demselben Salzwasser das Niveau erhalten. Dieserhalb ist es wohl vortheilhaft, die verschiedenen Druckhöhen nicht in einer, sondern mehren Röhren darzustellen, weil die Erhaltung des Niveau's durch eine Erweiterung am Ende sehr erleichtert wird.

Ich habe die Versuche stets an der arteria femoralis von Hunden gemacht. Die nebenliegende Vene wurde angeschnitten, ein starkes Band unter beiden hindurch gezogen und zur Zusammenschnürung der übrigen Weichtheile des Schenkels verwandt. Ich wollte die Flüssigkeit nur durch eine Vene abfließen lassen, weil die Möglichkeit, daß während des Versuches einzelne Gefäße allmälig von Coagula frei werden, welche einem präparatorischen, gleich nach dem Tode vorgenommenen Ausspritzen mit Salzwasser nicht gewichen waren, eine Möglichkeit, welche immer die Richtigkeit der Resultate beschränkt, in noch höherem Maaße die Sicherheit der Versuche afficirt haben würde, wenn sie auch noch in Beziehung auf größere Venen stattgefunden hätte. In Beziehung auf die Capillaren ist sie wohl nicht völlig zu vermeiden. Doch wird man die Extremität bedeutend von Blut reinigen durch ein präparatorisches Ausspritzen, bei welchem der rigor mortis noch nicht eingetreten sein muß. Nach diesem Einspritzen, bei welchem man die Flüssigkeit aus der Vene allmälig ziemlich farblos hervorkommen sieht, muß man das Thier bis zum eigentlichen Versuche einige Zeit liegen lassen, damit man wenigstens nicht während der Ausbildung der Todtenstarre experimentirt. Diese tritt rasch ein, während man Wasser durch die Gefäße treibt; besonders scheint dies der Fall zu sein, wenn das Wasser kalt ist. Würde dieselbe sich aber noch während des Versuches entwickeln, so würde man eine zunehmende Verlangsamung des Durchlaufens der Flüssigkeit, ohne daß man den Druck sinken ließe, bemerken. Ich habe diese Erscheinung wenigstens nur bei den ersten Versuchen gesehen, welche ich ohne die Vorsicht anstellte, das Thier erst einige Zeit liegen zu lassen. Daß der rigor mortis durch das Einspritzen von kaltem Wasser befördert wird, was für die Natur dieser Erscheinung sehr wichtig zu sein scheint, war mir besonders einleuchtend bei dem ersten, schon vor zwei Jahren von mir angestellten Versuche. Dieser, ein bloßer Vorversuch, wurde an der Aorta eines Kaninchens vor ihrer Theilung angestellt. Das Wasser war anfangs von etwa 30° R. Nachdem ich es unmittelbar nach dem Tode einige Zeit hatte hindurchlaufen lassen, wobei es also beide Hinterschenkel durchkreisete und die gewöhnliche Erscheinung des Zuckens der Muskeln erregte, schob ich den Tubulus tiefer ein, so daß die Flüssigkeit nur noch in die Gefäße eines Schenkels eindrang. Dieser Theil des Versuches wurde mit kälterem Wasser (15° R.) angestellt, und ich bemerkte nun, daß die Muskeln desselben sehr hart wurden, während dies an dem andern Schenkel noch nicht der Fall war. Die Spannung der Muskeln war sogar so bedeutend, daß eine Verrenkung des Fußes (varus) entstand. Letzteres möchte eine Zufälligkeit sein, vielleicht hat eine pathologische Ursache dazu beigetragen. Ich habe dann das Thier vierundzwanzig Stunden lang beobachtet und gefunden, daß diese Erhärtung der Muskeln wirklich der rigor mortis war, oder sich doch nicht von demselben unterscheiden ließ [1]. — Ist

---

[1]) Bowman's Untersuchungen über die Contraction der Muskelfaser, vielleicht nicht so sehr für die Contraction, wie sie während des Lebens ist, anwendbar, beweisen entschieden, daß sich nach dem Tode eine Contraction ausbildet. Die allgemeine Erfahrung,

nun die Todtenstarre ausgebildet, so kann man die eigentlichen Versuche beginnen. Wenn sich im Augenblicke der Oeffnung des Hahns die Flüssigkeit rasch etwas senkt, was davon herrührt, daß die Arterien sich unter dem Drucke ausdehnen, so muß das Niveau wiederhergestellt werden. Bemerkt man nun aber, daß die Flüssigkeit allmälig und gleichmäßig sinkt, dann bewirkt man die Gleicherhaltung der Druckhöhe durch eine genau gemessene Quantität der Flüssigkeit. Von diesem Augenblicke bis zu dem, in welchem der letzte Rest dieser gemessenen Quantität verwandt ist, wird die Zeit genau bestimmt. Die Zeiten, in welchen man bei verschiedenen Druckhöhen gleiche Quantitäten verbraucht hat, werden mit einander verglichen. Eine Vervollständigung wird es noch sein, die Vene, welche ich nur anschnitt, so frei zu machen und zu durchschneiden, daß man die aus derselben fließende Quantität ebenfalls messen könnte. Man würde dadurch im Stande sein, zu bestimmen, wann Einsaugungen, Endosmose oder Exosmose auf die Quantität der Flüssigkeit wirken. Dabei würde man aber, was überhaupt nöthig ist, jede Aenderung der Lage des Gliedes, jeden Druck u. s. w. um so sorgfältiger zu vermeiden haben. — Auf die Gleicherhaltung der Temperatur muß, wie man aus Poiseuille's Untersuchungen sieht, Sorgfalt verwandt werden. Da ich dieselben noch nicht kannte, hielt ich diesen Factor für unbedeutender, als er ist, und vielleicht rührt es zum Theil daher, daß ich noch keine befriedigendere Resultate erhielt. Man thäte wohl am besten, das Glied, an welchem man den Versuch macht, in ein warmes Bad zu tauchen. Sind die Versuche nun auch bis jetzt nicht bis zu einer sichern Antwort auf die Hauptfrage fortgeführt worden, was ich auch wohl für weniger wichtig halten durfte, nachdem die Untersuchungen von Poiseuille mir bekannt geworden, so können sie doch, so wie sie bis jetzt vorliegen, in die Reihe derjenigen gezählt werden, welche besonders leicht darthun können, daß die Kraft des Herzens die Circulation zu bewirken im Stande ist. Bei einem rasch nach dem Tode angestellten Versuche gingen unter dem Drucke einer Säule von schwach gesalzenem Wassen von 131 Centimeter Höhe in 6 Minuten 160 Cubikcentimeter dieser Flüssigkeit durch die Capillaren eines Hundeschenkels. Der Druck dieser Säule erreicht den gewöhnlich in den Arterien eines Hundes stattfindenden nicht, und dennoch ist die durchgelaufene Quantität von Wasser nicht ganz unbedeutend. Sie würde aber ohne Zweifel noch größer sein, wenn man die Zeit beachtet hätte, welche die ersten 20 oder 40 Cubikcentimeter zum Durchlaufen der Capillaren verwandten, und sich nicht darauf beschränkt hätte, den Durchschnitt von 6 Minuten zu finden. Daß die Geschwindigkeit zu Anfang der 6 Minuten größer war, als zu Ende derselben, kann man wohl unbedenklich annehmen, indem sogleich nach diesem 6 Minuten dauernden Versuche ein anderer mit derselben Druckhöhe eine noch bedeutend geringere Geschwindigkeit ergab, wie dies bei später angestellten Versuchen auch regelmäßig der Fall war. Die Contraction der Gefäße mochte hier also ihre Rolle spielen.

Wir dürfen also wohl wiederholen, daß es gar keinen Schein von wissenschaftlichem Urtheile hat, wenn man ausspricht, das Herz allein vermöge nicht die Blutmasse in Bewegung zu setzen. Es wirken der Blutbewegung durchaus keine Hindernisse entgegen, welche schon als existirend gedacht werden

daß der rigor mortis um so langsamer sich bildet, je kräftiger das Subject ist, harmonirt gar wohl mit meiner Erfahrung. Wir müssen also bezweifeln, daß irgend eine Gerinnung, sei es auch außerhalb der Gefäße, die Ursache des Rigor ist; um so mehr, als Magendie's »defibrinirte Hunde« einen so bedeutenden Rigor zeigten und die Entziehung von Faserstoff aus dem Blute doch wohl nicht ohne Einfluß auf den im flüssigen Zustande in den Geweben befindlichen sein wird.

könnten, ehe die Bewegung selbst wirklich geschieht. Nach den ersten Grundlagen der Lehre von der Bewegung und dem Gleichgewichte flüssiger Körper muß ein Druck, welcher auf einen Theil einer eingeschlossenen Flüssigkeit wirkt, sich überall in derselben gleichmäßig verbreiten. Ein solcher Druck wirkt in den Arterien beständig, er kann sich nicht verbreiten ohne Bewegung durch die Capillaren, er kann sich nie mit dem in den Venen ausgleichen, weil diesen beständig Blut entzogen, den Arterien beständig wieder Blut aufgedrängt wird. Dies sind Bedingungen, welche nicht umhin können, Bewegung zu bewirken.

Eine wissenschaftliche Widerlegung der Ansicht, daß das Herz oder der arterielle Druck den Kreislauf bewirke, wäre nun aber noch auf eine dreifache Weise zu versuchen. Man könnte versuchen, den Beweis zu führen, daß die Bewegung des Blutes für die in den Arterien wirkende Kraft zu schnell sei, man könnte Eigenthümlichkeiten der Blutbewegnng aufsuchen, welche auf die Einwirkung anderer Ursachen hinwiesen, und man könnte das Vorhandensein von Kräften, von wirksamen Ursachen darthun, welche nicht umhin könnten, auf den Kreislauf zu wirken.

Die erste dieser Einwendungen ist sehr oft erhoben worden. So wie dieselbe bis jetzt dasteht, ist sie ebenso unwissenschaftlich, als die Behauptung, das Herz vermöge überhaupt nicht, das Blut in Bewegung zu setzen. Es würde, um sie wahrscheinlich zu machen, nöthig sein, auf Versuche zu sinnen, welche z. B. ähnlich wie unsere eben citirten, aber mit mehr Sorgfalt, Alles auszuschließen, was bald nach dem Tode ungünstig auf die Schnelligkeit wirkt, angestellt würden.

Als Vorfrage zu solchen Versuchen würde aber die Ermittelung der Blutquantitäten erforderlich sein, welche bei lebendem Körper durch die Capillaren des Theiles gehen, an welchem man das Experiment anstellen will. —

Zeitverhältnisse der Fortschreitung des Blutes in den Gefäßen.

Es versteht sich bei der Geschlossenheit des Blutgefäßsystemes von selbst, daß die progressive Bewegung des Blutes in verschiedenen Theilen des Gefäßsystemes (Arterienstämme, Capillaren, Venenstämme) ungleich sein muß, insofern die Querschnitte dieser Abtheilungen unter einander von verschiedener Größe sind. Es muß im Allgemeinen in einem der drei genannten Abschnitte des Gefäßsystemes die Fortschreitung des Blutes sich zu der in einem andern Abschnitte stattfindenden umgekehrt wie die Querschnitte verhalten. Dies ist nur insofern nicht völlig genau, als an einigen Stellen des Körpers die Quantität des Blutes beständig einen Abzug erleidet, während sie an anderen vermehrt wird. So erleidet das Blut in den Lungen beständig einen Verlust an Wasser, und die progressive Bewegung in den Lungenvenen wird deßhalb, im Verhältniß zu der in den Lungenarterien, etwas langsamer sein müssen, als die Verhältnisse der Querschnitte allein bedingt haben würden. Dasselbe läßt sich auf verschiedene andere Theile des Gefäßsystemes anwenden.

Vernachlässigen wir dies, so wie einige andere unbedeutende Restrictionen, so ist der oben genannte Satz richtig. Kennen wir die progressive Geschwindigkeit des Blutes z. B. beim Eintritte in die Aorta oder an irgend einem Querschnitte der Aorta, haben wir zugleich diesen Querschnitt gemessen, so würden wir die mittlere Fortschreitung des Blutes in den Gesammtquerschnitten irgend eines Abschnittes der unterhalb dieser Stelle abgehenden Gefäße ermitteln können, wenn wir diese Summe der Querschnitte kennten.

Unsere Kenntniß in dieser Hinsicht ist aber sehr beschränkt. Es ist uns noch ungefähr möglich, die Querschnitte der Hauptstämme im Körper zu ermitteln und daraus die Relation der in ihnen stattfindenden Fortschreitung des Blutes zu gewinnen. Je weiter wir uns aber vom Herzen entfernen, desto größer wird die Anzahl der Gefäße, desto mehr nimmt auch wohl die Veränderlichkeit ihrer Querschnitte zu. Daher hier nicht allein die Messung schwieriger wird, sondern, auch wenn sie erreicht wäre, doch kein durchaus gültiges Resultat geben könnte in Beziehung auf die Fortschreitung. Ganz unmöglich ist aber bis jetzt eine plausible Angabe über die Summe der Querschnitte der Capillargefäße gewesen.

Die allgemeine Annahme ist, daß die Durchmesser der Arterien, wie sie sich vom Herzen entfernen, insofern zunehmen, als bei den Verzweigungen immer die Summe der Querschnitte der Zweige den Querschnitt des Stammes übertrifft. In Beziehung auf die ersten Verzweigungen der Aorta im Verhältnisse zu diesem Stamme ist das Gesetz auch noch kürzlich wieder von James Paget im Allgemeinen bestätigt, welcher aber bei der Theilung der Aorta in die Iliacae ziemlich regelmäßig eine Ausnahme hiervon fand [1]). Wir dürfen wohl annehmen, daß die Ausnahmen bei weiterer Verfolgung dieser Untersuchung immer verhältnißmäßig selten bleiben würden, namentlich aber, daß wirklich der Gesammtdurchschnitt aller Capillaren sehr bedeutend weiter ist, als der Durchschnitt der größeren Stämme. Daß dies mehr als Vermuthung ist, lehren wohl schon die freilich noch sehr beschränkten Beobachtungen über die große Langsamkeit, mit welcher sich das Blut in diesen feinsten netzförmigen Gefäßen fortbewegt. Denn natürlich können wir nicht bloß von der Kenntniß der Querschnitte aus die der Bewegung gewinnen, sondern auch umgekehrt. Wären die Beobachtungen über die Fortschreitung des Blutes in den Capillaren über die verschiedensten Organe des Körpers ausgedehnt, wären dieselben so weit ausgeführt, daß man aus ihnen eine mittlere Geschwindigkeit des Blutes für die Capillargefäße gewinnen könnte, so würde man, aus einer Vergleichung dieser Fortrückung mit der in dem Stamme der Aorta, eine Größe finden können, welche die Summe der Querschnitte ausdrückte. Wir würden diese Summe auf diesem Wege ebenso gut finden, als wenn mit der größten Genauigkeit der mittlere Durchmesser und die wahrscheinliche Anzahl der Capillargefäße bestimmt worden wären. Da man aber bei der ersten Bestimmung wahrscheinlich die Bewegung des Blutes in Capillargefäßen verschiedener Organe normal verschieden finden würde, so setzt auch diese voraus, daß man nicht bloß Beobachtungen über den Betrag dieser verschiedenen Geschwindigkeiten anstellte, sondern auch für die gefundenen Geschwindigkeiten die Ausdehnung, in welcher sie vorkommen, bestimmte. D. h. wenn man aus Vergleichung zweier Organe, in welchen man die normale Fortrückung des Blutes der Capillaren gefunden hat, ein Mittel gewinnen will (falls die Fortrückungen der beiden sich verschieden erweisen), so bedarf man dabei nicht bloß dieser beiden Ausdrücke für die Fortrückung, sondern noch außerdem einer Angabe über das Verhältniß der Zahl der Capillaren, welche das eine Organ enthält, zu der Zahl von Capillaren in dem andern [2]).

Auf beide Weise wäre also die Erreichung des Zweckes sehr schwierig,

---

[1]) v. Froriep's N. Not. 1842. Novbr. S. 241. aus Lond. Med. Gaz. July 1842.

[2]) Eine Berechnung sämmtlicher Querschnitte der Capillaren des Körpers wird einigermaßen zu erreichen sein, sobald unsere Kenntnisse über mittlere Länge und mittlere Frequenz der Capillaren in den verschiedenen Geweben so genau sein werden, wie die über den mittleren Durchmesser. —

und wir können nicht weiter gehen, als die Annahme der großen Capacität des Haargefäßsystemes und der geringen Fortschreitung des Blutes in demselben als im Allgemeinen zweifellos anzunehmen.

Wir wenden uns zu einer Betrachtung der Methoden, welche man angewandt hat, um Aufschlüsse über das zu erhalten, was man die Geschwindigkeit des Kreislaufes genannt, so wie der Anwendung, welche man von gewissen anderen Experimenten auf die Lehre von dieser Geschwindigkeit gemacht hat.

Man hat zu erforschen gesucht, wie viel Zeit das an einer Stelle eines Gefäßes befindliche Blut gebrauchte, um einen gewissen Theil des Gefäßsystemes zu durchlaufen, z. B. wie viel Zeit das Blut bedarf, welches sich an einer Steller der Jugularis befindet, um von da durch das venöse Herz, den Lungenkreislauf, das arterielle Herz, Arterien und Capillaren wieder in den Venen zu erscheinen. Wir haben schon vorhin, bei Gelegenheit von Poiseuille's Versuchen, das hierbei angewandte Verfahren kennen gelernt, indem die Beimengung einer leicht durch chemische Reaction im Blute auffindbaren Substanz gerade das Wesentliche des von Hering zu diesen Versuchen angewandten Verfahrens bildet. Indem man die Zeit bemerkt, wo eine solche Substanz, z. B. eisenblausaures Kali, in die Venen gelangt ist, dann beständig das Blut untersucht, welches in derselben oder einer andern Vene von den Capillaren herkommt, und wiederum den Zeitpunkt bestimmt, in welchem hier das Blut beginnt, eine Reaction auf die beigemischte Substanz zu zeigen, gewinnt man jene Resultate. Außerdem hat man auch Schlüsse gezogen aus Beobachtungen über die Schnelligkeit gewisser Giftwirkungen. Wenn ein Gift, sagte man, in wenigen Secunden, nachdem es in den Körper gelangt ist, den Tod oder heftige Symptome bewirkt, so ist es in dieser Zeit bis in die Capillaren der Centraltheile des Nervensystemes gedrungen.

Man hat durch diese Experimente gefunden, daß Blut aus einer Halsvene eines Pferdes auf dem vorhin genannten Wege in einer halben Minute und weniger bis in die Venen des Halses zurückkehren kann. Untersuchte Hering das ausfließende Blut an einer Schenkelvene, so war die Zeit nur 20 Secunden, u. s. w. — Auch die Gifte ergeben, auf die genannte Weise angewandt, eine bedeutende, ja eine noch bedeutendere Geschwindigkeit.

Einiges Mißverständnisses halber, welches in Beziehung auf diese Versuche eingetreten ist, untersuchen wir den Werth derselben genauer. Diese Versuche sind sehr schätzenswerth, aber man hat verkehrte Forderungen an dieselben gemacht, Forderungen, welchen Versuche dieser Art erst entsprechen können, wenn sie nach einem weitläufigeren Plane ausgeführt sein werden, was bedeutende Schwierigkeiten hat.

Zur Prüfung dieser Versuche ist es nöthig 1) zu untersuchen, ob es nicht annehmbar ist, daß die Fortbewegung des Blutes in verschiedenen Organen verschieden rasch ist und daß namentlich die Fortbewegung in einem bedeutenden Theile der Blutgefäße, welchen man noch nicht auf die Hering'sche Weise untersucht hat, eine ganz andere ist, als in den bis jetzt untersuchten Gefäßen.

2) Ist zu fragen, ob ein Volumen Blut, dessen einzelne Theile gleichzeitig in ein Organ eingehen, sich beim Austritte aus dem Organe ebenso verhalten wird, ob diese Theile in der Vene des Organes sich wieder zusammen finden werden.

3) Ist in Frage zu ziehen, ob man sich bei Schlüssen, welche aus Giftwirkungen gezogen wurden, nicht über die Organe, in welchen das Gift seine tödtliche Wirkung durch unmittelbare Gegenwart hervorbrachte, getäuscht hat.

In Beziehung auf die erste Frage müssen wir zuerst an schon erläuterte Gesetze erinnern. Röhren, durch welche unter einem bestimmten Drucke Flüssigkeiten abfließen, bieten je nach ihrer Länge, Breite und nach einigen anderen Verhältnissen gewisse Widerstände für gewisse Geschwindigkeiten. Sollen die Geschwindigkeiten gleich sein in Röhren, welche für gleiche Geschwindigkeiten verschiedene Widerstände darbieten, so müssen die treibenden Kräfte verschieden sein. Sind aber solche Röhren Ausmündungen desselben Gefäßes, wirkt auf sie gleicher Druck, so ist nothwendig die Fortschreitung der Flüssigkeit in ihnen verschieden, dieselbe wird nothwendig in denjenigen, welche für gleiche Geschwindigkeit geringere Widerstände bieten würden, als andere, so zunehmen, daß daraus die angemessene Erhöhung der Widerstände hervorgeht. (Man wird leicht finden, daß dies nothwendig wird, weil man sonst auf die Absurdität gerathen würde, daß eine Flüssigkeitssäule auf zwei in gleicher Höhe gelegene Mündungen von Abflußröhren einen, nach anderm Verhältniß, als dem des Querschnittes derselben, verschiedenen Druck ausüben könnte.)

Es ist nun zu fragen, ob die Blutgefäße der verschiedenen Organe nicht Verhältnisse darbieten, welche die Annahme verschiedener progressiver Bewegung möglich, wahrscheinlich oder nothwendig machen.

Unsere Antwort hierauf wird nur in Beziehung auf wenige, aber freilich wichtige Verhältnisse, entschieden sein können. Im Allgemeinen müssen wir uns darauf beschränken, die verschiedenartigen Bedingungen der Weite, Länge, Krümmung des Weges, welche in den Abtheilungen des Blutgefäßsystems sich finden, zu nennen.

Betrachten wir zunächst die großen Gefäße, so ist es nicht zweifelhaft, daß sowohl die Arterien als Venen Bedingungen darbieten, welche, wenn sie nicht durch andere aufgehoben werden, zur nothwendigen Folge haben müssen, daß die Capillaren eines Organes ihr Blut immer erst längere Zeit, nachdem dasselbe das Herz verlassen hat, erhalten, als die eines andern. Man sieht aber wohl, daß dies eben der Vergleichungspunkt ist, von dem man ausgehen muß, um zu sehen, ob uns die Hering'schen Versuche über die mittlere Geschwindigkeit des Blutes Aufschluß geben können oder nicht, ob man sagen kann, daß dieselben sich mit den Berechnungen dieser mittleren Geschwindigkeit widersprechen oder ob man nicht vielmehr sagen müßte, daß sie (so wie sie bis jetzt dastehen) jene Berechnungen nicht berühren. Die Berechnung der mittleren Zeit einer Circulation ist ohne Weiteres fertig mit einer bestimmten Annahme über die Quantität des Blutes im Körper, über die Quantität von Blut, welche das Herz auf einmal ausstößt und über die Anzahl der Herzcontractionen in einer bestimmten Zeit. Fügt man dazu eine Annahme über die mittlere Länge des Weges, welchen ein Blutkörperchen vom Ostium arteriosum des linken Ventrikels (oder irgend einem andern Ostium des Herzens) bis wieder an dieselbe Stelle zurückzulegen hat, so ist daraus eine mittlere Geschwindigkeit zu finden. Ist nun aber die Zeit verschieden, welche ein Bluttheilchen nöthig hat, um durch die Capillaren des Fußes, der Rumpfmuskeln, der Hoden, Nieren, Gedärme, Kopfeingeweide u. s. w. bis zum rechten Herzen zu gelangen, so ist es nothwendig, daß von verschiedenen Bluttheilchen, welche mit einem Stoße das Herz verlassen, einige vielleicht wirklich in der mittleren Circulationszeit wieder bis in das linke Herz gelangen, während andere früher, andere später wieder daselbst anlangen müssen. Nehmen wir an, daß ein Bluttheilchen mehremal hinter einander gerade in dasselbe Organ getrieben würde, durch welches es in sehr

kurzer Zeit wieder in das Herz gelangen müßte, so würde dasselbe seinen Kreislauf vielleicht mehre Male vollenden können, ehe eine mittlere Circulationszeit beendigt wäre [1]).

Die Behauptung, zwischen den Hering'schen Versuchen und der wahrscheinlichsten Bestimmung einer mittleren Circulationsdauer fände Disharmonie Statt, gründet sich also entweder auf die Annahme, daß die Zeiten, binnen welcher Bluttheilchen durch verschiedene Organe des Körpers wieder zum Herzen zurückkehren, nicht wesentlich verschieden sind, oder auf die, daß die Versuche schon hinreichend ausgedehnt wären über verschiedene Körpertheile, um ein für den ganzen Körper gültiges Mittel ziehen zu lassen. Beide Voraussetzungen sind aber unrichtig. Außerdem werden wir aber bei der Behandlung der zweiten der vorhin gestellten Fragen zeigen, daß auch selbst, wenn jene Voraussetzungen richtig wären, man doch noch behaupten könnte, es sei mehr ein unvorsichtig gezogener, als der wirklich aus den Hering'schen Versuchen sich ergebende Schluß, welcher mit den Berechnungen der mittleren Circulationsdauer im Widerspruch stände.

Da nun die Größenverhältnisse der Gefäße, so wie der Verlauf derselben im Körper so verschieden sind, da die Organe des Körpers in Bezug auf Geschwindigkeit des in ihnen sich bewegenden Blutes gar wohl verschiedene Bedürfnisse haben können, so ist vor allen Dingen wohl einzuräumen, daß die Ansicht: es kehren Blutpartikelchen durch alle Organe ziemlich gleich rasch zurück, wenn dieselbe sich auch als scheinbar einfachste Voraussetzung empfehlen möchte, doch gar wenig für sich hat. Es ist gar zu leicht, nachzuweisen, daß Bedingungen vorhanden sind, welche den Blutzutritt zu einem Organe erleichtern, zu dem andern erschweren.

Wir wollen indeß die Frage jetzt anders stellen, als eben vorhin geschah. Wir wollen nicht fragen: kehren Bluttheilchen, welche zugleich das Herz verließen, auch nach Durchwanderung der verschiedensten Organe, doch zugleich in das Herz zurück? Wir haben die Annahme nur deßhalb einen Augenblick so gefaßt, weil es allerdings scheint, daß bei einigen Physiologen dieselbe, wenn auch nicht besonders klar, zum Grunde gelegen hat. In dieser Form ist sie aber doch schon wegen der so sehr verschiedenen Länge der Arterien und Venen verschiedener Organe höchst unwahrscheinlich. Denn wenn auch die Bewegung innerhalb der größeren Gefäße sehr rasch geschieht, so dürfen wir die darauf verwandte Zeit doch nicht völlig ignoriren. Diese Differenz also als zugegeben betrachtend, wollen wir nur fragen, ob es nicht höchst wahrscheinlich ist, daß noch anderweitige stattfinden? Fassen wir z. B. den Augenblick, in welchem zwei Bluttheilchen, das eine in die Hauptarterie eines Organes, das andere in die eines andern Organes tritt. Ist es nicht wahrscheinlich, daß innerhalb dieser Arterien verschiedene Geschwindigkeiten stattfinden?

Die Nierenarterie und die A. spermatica int. scheinen in ziemlich gleichem Verhältnisse zu den Volumen und Gewicht der Organe, welche sie versorgen, zu stehen. Die Durchmesser dieser Arterien verhalten sich nach Krause wie $2\frac{1}{2}$ oder 3:1, ihre Querschnitte also wie $6\frac{1}{4}$ bis 9:1. Wir wollen setzen 8:1. Das Volumen der Organe ist nach demselben Autor für die Niere im Mittel $7\frac{1}{2}$ Zoll Cub., für den Hoden $\frac{7}{10}$ bis $1\frac{1}{5}$ Z. C.; als Gewicht

[1]) Daß sich auf die Art, wie hier ebenfalls versucht wird, der scheinbare Widerspruch zwischen verschiedenen Erfahrungen heben lassen würde, hat Wagner (Lehrbuch der speciellen Physiologie. 2te Aufl. 1843. §. 114) schon angedeutet.

giebt er der Niere 4 bis 6 Unzen, dem Hoden 4 bis 6½ Drachmen. Das Verhältniß würde auch hier also so ziemlich das von 8 zu 1 sein. Wäre nun die progressive Bewegung in den Nierenarterien und der inneren Samenschlagader gleich, so hätten wir allerdings das sehr einfache Verhältniß, daß die beiden Organe in gleicher Zeit für gleiche Volumina gleich viel Blut erhielten. Diese Annahme steht aber durchaus im Widerspruch mit den Gesetzen der Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren. Nach den Untersuchungen von Poiseuille, deren Resultate wir gegeben haben, verhalten sich die Ausflußquanta bei Röhren von verschiedenem Durchmesser wie die vierten Potenzen der Durchmesser. Danach würde in die Nierenarterie nicht 8mal so viel Blut eintreten können, sondern 60—70mal so viel, als in die A. sp. int. — Ferner vermehren sich die Widerstände, vermindert sich die progressive Geschwindigkeit, in geradem Verhältniß der Länge der Röhren. Hiedurch würde die Niere noch mehr in Vortheil gegen den Hoden gesetzt. Dasselbe ließe sich in Beziehung auf die Venen wiederholen. — Indessen sind diese Gesetze hier durchaus nicht so unmittelbar anwendbar.

Es würden diese Verhältnisse der progressiven Bewegung in Röhren, welche sich wie die genannten zu einander verhalten, nur dann stattfinden, wenn die Flüssigkeit aus deren Enden sich frei ergösse und wenn dieselben außerdem die, für die Manifestation des Gesetzes erforderliche Länge darbieten. Daran fehlt nun sehr viel. Nach den Angaben über diese »erforderlichen Längen«, welche wir oben mittheilten, würde schon hervorgehen, daß die Nierenarterie im Verhältnisse zu ihrem Durchmesser viel zu kurz ist. Außerdem nun aber haben wir schon zugegeben, daß die Widerstände in den Arterien gering sind im Verhältnisse zu den anderweitigen, namentlich zu den in den feinsten Gefäßen stattfindenden. Also können auch die Differenzen der Hemmung, welche in den verschiedenen Arterien stattfinden, nur untergeordnete Verschiedenheiten in den Geschwindigkeiten bedingen. Aber wirkungslos kann die Verschiedenheit des Baues der Arterien nicht sein. Nehmen wir also an, daß das Blut in der inneren Samenschlagader etwas langsamer als in der Nierenarterie fortrückt, daß ähnliche Verschiedenheiten zwischen anderen Organen stattfinden, so muß dies jedenfalls dazu beitragen können, die Zeitdifferenzen zwischen der Rückkehr verschiedener Bluttheilchen, welche gleichzeitig das Herz verließen, noch bedeutender zu machen, als sie schon bei der Annahme gleicher Geschwindigkeiten durch die verschiedene Entfernung der Organe vom Herzen sein müßten.

Wir haben den Verlauf der Arterien mehrfach erwähnt, als ein Moment, welches auf die Fortbewegung des Blutes von Einfluß sein müßte. Wir müssen diese Annahme rechtfertigen, da ausgezeichnete Physiologen sich dahin ausgesprochen haben, daß die Form der Winkel, unter welchen die Gefäße sich verzweigen, gleichgültig sei, daß also der Eintritt des Blutes aus einem Stamme in einen Ast nicht durch den Winkel influirt würde, welchen die Axe des Stammes mit der des Astes machte. Indessen ist es mir nicht einleuchtend geworden, wodurch man es erklären will, daß hier ein Widerstand gegen eine Bewegung dieselbe nicht schwächen sollte. Wenn eine Flüssigkeit oder auch ein fester Körper sich in einer bestimmten Richtung in Bewegung befindet, so kann doch ein Widerstand, durch welchen die Bewegung abgelenkt wird, nicht umhin, diese Bewegung zu schwächen. Wäre die Rede von Röhren, welche die Ausmündungen eines verhältnißmäßig sehr weiten Gefäßes bildeten, so daß eine Bewegung der Flüssigkeit in diesem Gefäße, gegen die Röhre hin, nicht bedeutend wäre, dann möchte jene An-

sicht richtig sein, es möchte mehr gleichgültig sein, unter welchem Winkel die Röhren von der Fläche abgingen, an welcher sie angeheftet wären. Da aber gerade in den großen Gefäßen die fortschreitende Bewegung recht rasch ist, so muß auch die Reflexion der bewegten Theile, welche durch eine Wand genöthigt worden, vom geradlinigen Fortschreiten abzuweichen, nicht unwichtig sein. Es scheint mir in den wesentlichen Punkten hier ganz dasselbe stattzufinden, wie bei der Bewegung eines Schiffes im Wasser, wo ebenfalls die Formen, und durch sie bedingt die Winkel, unter welchen das Wasser von den Wänden des Schiffes abgestoßen wird, so sehr wichtig sind.

So wie die Vertheilungswinkel, müssen auch die Krümmungen der Gefäße von Einfluß sein.

Beide Momente sehen wir sehr vielfach im Körper wirksam. Wir dürfen uns aber nicht darauf einlassen, irgend etwas über den Grad des Einflusses zu sagen. Denn hier wird wahrscheinlich doch zu viel von den feineren Verhältnissen der Formen an der Stelle einer Gefäßverästelung abhängen, als daß man ohne Versuch an eben den Gefäßen, von welchen es sich hier handelt, oder an Formen, welche unmittelbar von den Blutgefäßen des Körpers gewonnen würden, glauben dürfte, die brauchbaren Regeln zu finden.

Haben wir im Vorigen nur von den großen Gefäßen gesprochen, so ist es doch klar, wurde auch schon beiläufig bemerkt, daß diese durchaus nicht allein entscheiden können. Durch die Anlage der großen Gefäße eines Organes kann eine Bedingung gesetzt sein, welche die Bewegung des Blutes zu dem Organe hin und von demselben fort, verlangsamt, welche also auch auf die Bewegung des Blutes in dem Organe selbst verzögernd wirkt. Es ist aber einleuchtend, daß der Bau der Capillaren eines Organes diesem Einflusse der großen Gefäße entgegenwirken, denselben aufheben, aber auch ihn noch verstärken kann. Wie die Enge und Weite der Gefäße im Allgemeinen wirken, ist erörtert. Dieselben Gesetze müssen auch für die Capillaren gelten. Aber freilich treten hier verschiedene Verwicklungen ein. Der Reichthum eines Organes an Haargefäßen, welcher unter Umständen gleichgültig sein könnte, ist es deßhalb doch nicht ganz, insofern ein und dasselbe zuführende Gefäß in derselben Zeit mehr Blut hindurch lassen müßte, um in einer größeren Anzahl von Capillaren eine Fortschreitung von gewissem Belange zu unterhalten, als in einer geringeren Zahl. Dies würde aber eine Vermehrung der Widerstände in den zu- und abführenden Gefäßen bedingen. Man sieht also leicht, daß in einem solchen Falle ein Mittel eintreten müßte: die Bewegung in den zu- und abführenden Gefäßen würde etwas rascher sein, als wenn der Gefäßreichthum des Organes geringer wäre, in den Capillaren selbst aber wäre die Geschwindigkeit geringer, als in dem genannten andern Falle. Aehnliche Betrachtungen würden gelten für die Verhältnisse im Bau der Capillaren. Diejenigen, welche Beschleunigung zur Folge haben könnten, so wenig als diejenigen, welche die entgegengesetzte Wirkung haben, können ihre volle Wirkung so äußern, als würde sich unmittelbar durch diese Gefäße ein Bassin ergießen, in welchem die Bewegung des Zufließens gegen die Abflußröhren so unbeträchtlich wäre, daß von darauf zu berechnenden Hemmungen nicht die Rede sein könnte.

Ich glaube, man wird es billigen, wenn wir keine Versuche machen, über dieses oder jenes Organ eine Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, ob das Blut sich darin langsamer, als in einem andern bewege oder nicht. Die zu Behandlung solcher Fragen nöthigen Data sind zu wenig sicher bekannt. Namentlich ist hier ein noch wenig genannter und untersuchter Begriff von

der größten Wichtigkeit: die mittlere Länge der Capillaren und feinen Gefäße überhaupt. An hautartigen Organen, wie die Lungen mancher Batrachier sind, ließe sich dies ziemlich leicht untersuchen, zugleich auch die Anschauung eines ziemlich abweichenden Verhältnisses gewinnen. Hier geht das Blut [1]) unmittelbar aus den relativ starken Arterien in dichte Capillaren über. Wie verschieden ist das von der Gefäßvertheilung in manchen anderen Organen! Diese Verhältnisse müssen aber von der entscheidendsten Wichtigkeit bei der Bestimmung der Geschwindigkeit des Blutes in einem Organe sein.

So wenig indessen alle diese zusammenwirkenden Umstände in irgend genügender Weise untersucht sind, so ließe sich doch wohl experimentell über die Mengen von Flüssigkeit, welche in einer bestimmten Zeit durch bestimmte Organe bei einem bestimmten Drucke gehen, manches Interessante finden.

Ueber die Bedeutung der sehr verschiedenen Einrichtung der Blutgefäße, insofern sie den Zweck haben können, auf die Bewegung des Blutes einzuwirken, läßt sich auch fast nur in Beziehung auf logische Möglichkeiten reden. Wir können denken, daß an den Blutgefäßen eines und desselben Organes entgegengesetzte Wirkungen des Baues der Capillaren und der anderen Gefäße einander aufheben. Für einen solchen Fall würde man einen vernünftigen Grund darin sehen, daß ein Organ bei dem Plane, nach welchem der Organismus gebaut ist, so gelegt werden mußte, daß das Blut einen langen Weg zu ihm vom Herzen zurückzulegen hatte, daß aber eine Verlangsamung der Blutbewegung in diesem Theile seiner Natur doch nicht zusagte u. s. w. Man kann sich denken, daß z. B. die Niere ein solches Entgegenwirken mechanischer Mittel nöthig hatte. In derselben bewegt sich das Blut auf langen und verwickelten Wegen durch feine Gefäße. Den Wirkungen dieses Baues ist dann durch die kurzen und weiten Hauptgefäße wohl in etwas entgegengewirkt. Im Hoden sind, nach Krause, Capillaren von sehr verschiedenem Durchmesser. In den weiteren derselben wenigstens könnte das Blut wohl ungeachtet des ungünstigen Baues der A. u. V. spermat. int. ziemlich rasch fließen.

Indessen läßt sich auch der entgegengesetzte Fall sehr wohl denken, daß die verschiedenen Mittel, welche auf die Raschheit der Bewegung des Blutes in einem Organe einwirken, wirklich so angeordnet sind, daß dadurch Verschiedenheiten in den Organen entstehen, welche Zweck waren und mit der Eigenthümlichkeit des Organes in nothwendigem Zusammenhange stehen. Hier kommen wir in Berührung mit der Frage, welchen Einfluß die Raschheit der Bewegung des Blutes auf das beiderseitige Durchdringen von Stoffen durch die Gefäßwandungen haben müsse. Wird diese Frage einmal näher untersucht sein, so wird vielleicht die Untersuchung, deren Andeutungen wir hier gegeben haben, ihr eigentlichstes Interesse erhalten. Wir kennen zwar jetzt schon Aenderungen, namentlich von Secretionsproducten, welche gleichzeitig mit Aenderungen der progressiven Blutbewegung in dem secernirenden Organe eintreten, aber hier ist dann auch der Tonus der Gefäße geändert, wir wissen nicht, ob nicht dieser das wichtigere Agens bei den fraglichen Erscheinungen ist. —

Das Bisherige, wenn wir es auf die Hering'schen Versuche beziehen, mag wenigstens dienen zu zeigen, wie wenig die Forderung auf sicherer Basis ruht, daß die Zeit, in welcher ein Bluttheilchen von einem Theile des Venensystemes aus durch Herz, Lungen, Herz u. s. w. wieder in

[1]) Vgl. R. Wagner, Icones physiol. Tab. XV.

Venen zurückkehrt, mit der mittleren Circulationszeit übereinstimme. Es liegt sehr nahe, mir zu erwidern, daß es doch auffallend sei, daß die Resultate von Hering's Versuchen nicht bloß am Gefäßsysteme des Kopfes, sondern auch, wenn das vom Schenkel zurückkehrende Blut untersucht wurde, so kurze Zeiten ergaben.

Hier muß man nun ein anatomisches Verhältniß würdigen, durch welches ohne Zweifel bewirkt wird, daß ein sehr bedeutender Theil alles im Körper enthaltenen Blutes sich viel langsamer, als mit der mittleren Geschwindigkeit bewegt. Dadurch wird es sofort nothwendig, daß die sämmtliche übrige Blutmasse im Durchschnitt eine kürzere Circulationszeit hat, als die mittlere. — Man wird wohl nicht bezweifeln, daß alles Blut, was einmal in die Arterien eingetreten ist, durch welche es dem Pfortaderkreislaufe zugeführt wird, merklich mehr als die mittlere Circulationsdauer nöthig haben wird, um auf seinem Wege wieder zum Herzen, zum Ursprung der Aorta u. s. w. zurückzukehren. An den Lebervenen sind Versuche, wie die Hering'schen, aus sehr natürlichen Gründen nicht angestellt und sie würden, auch wenn sie angestellt wären, kein sicheres Resultat für uns gewähren können wegen der Einwirkung der Leberarterie. Versuche an den Venen der Gedärme, bei welchen man diesen Blut entzöge, würden theils nicht das ganze System betreffen, theils auch eben durch die Eröffnung dieses Systemes Einwendungen erleiden. Denn es kann der Pfortaderkreislauf nicht begriffen werden ohne die Annahme, daß die Spannung der Gefäße, welche das Blut von den Gedärmen zur Leber führen, bedeutender ist, als in anderen Venen. Nimmt man, durch Oeffnung dieses Systemes, die Spannung irgendwo hinweg, so hat das hier dieselbe Folge in geringerem Maßstabe, wie bei den Arterien: das Blut strömt gegen die Wunde und hier wird durch die Capillaren am Darme der verletzten Stelle das Blut rascher zugeführt, als es vor der Verletzung auf demselben Wege fortschritt. Aus diesen Gründen dürfte man bei einem solchen Versuche wenigstens den Bluterguß nur sehr gering sein lassen.

Wie es aber auch mit der Möglichkeit von Versuchen stehen möge, man wird das Wesentliche, daß das Blut in diesen Gefäßen langsamer fließen muß, als es durchschnittlich in den übrigen fließt, leicht zugeben. Am Anfange der Darmarterien wirkt von der Aorta her ein Druck, wie auf andere Arterien. In den Lebervenen wird der Druck ziemlich gleich Null sein. Ja, man hat hier besonders eine aus gewissen Verhältnissen hervorgehende Ansaugung, d. h. einen geringeren als den atmosphärischen Druck annehmen zu dürfen geglaubt. Zwischen den beiden genannten Stellen liegt ein verwickelteres Gefäßsystem, als sonst zwischen Arterien und Venen. Die Summe der Widerstände muß aber in bestimmtem Verhältnisse zur Differenz des Druckes an jenen beiden Stellen stehen. Dies kann nur der Fall sein, indem die Bewegung langsamer ist [1]. (Weiterhin werden wir die Pfortadercirculation von anderer Seite beleuchten.)

Die zweite Frage, welche von Einfluß auf die Bedeutung der Hering'schen Versuche sein mußte, war die Erwägung, ob anzunehmen, daß

[1]) Interessant ist es, daß nicht allein die Lebercapillaren von ziemlich großem Durchmesser, sondern auch von geringer mittlerer Länge sind (E. H. Weber, in Müller's Arch. 1843. S. 305), doch darf man wohl kaum sagen, daß diese mittlere Länge (1/7—1/6''') eine geringe ist, da wir zu wenig Material zur Vergleichung für diese Länge haben. Wie ist das Verhältniß in anderen Organen? Es würde auch der Bau der feinen zuführenden und abführenden Aeste zu untersuchen sein.

ein Volumen Blut, dessen Theile gleichzeitig sich in die Gefäße eines Organes vertheilen, auch gleichzeitig wieder durch die Venen desselben zurückkehren wird.

Die Beziehung dieser Frage und zugleich die Antwort darauf ist wohl so klar, daß wir kaum ein Wort darüber zu verlieren brauchen. Ein Theilchen Blut, welches in ein Organ oder gar in eine Arterie eintritt, welche ihr Blut an eine Summe verschiedener Organe vertheilt, muß, je nach dem Wege, in welchen es getrieben wird, bald früher, bald später wieder an eine bestimmte Stelle der abführenden Vene gelangen. Je feiner also die Mittel sind, einen dem Blute beigemengten Stoff zu erkennen, desto mehr werden die Versuche sich dazu eignen: nicht die mittlere Zeit zu finden, welche das Blut auf das Durchkreisen eines Organes verwendet, sondern die kürzeste, in welcher ein Bluttheilchen, welches gerade in die kürzesten Wege getrieben ist, in die Venen gelangen kann. Dies Verhältniß macht sich doppelt geltend, wenn das von einer Vene aus imprägnirte Blut erst an einer Vene wieder untersucht wird, einfach nur, wenn die Untersuchung an den Arterien vorgenommen wird. Daß Bluttheilchen, welche gleichzeitig in die Lungen getrieben werden, nicht gleichzeitig wieder austreten, wird bei diesem Organe noch außerdem, daß die Längen der Wege, auf welchen Bluttheilchen gehen können, ohne Zweifel verschieden sind, sogar noch zu einem Theile durch ein ganz besonderes anatomisches Verhältniß der Capillaren unterstützt. Es ist möglich, daß dieses nur Verschiedenheiten von wenigen Secunden bewirkt, indessen handelt es sich hier auch überhaupt um Secunden. Dieses anatomische Verhältniß scheint noch nicht sehr beachtet worden zu sein, und dürfte doch auch in pathologischer Hinsicht, bei der Lehre von den palpabeln Krankheitskeimen von großem Interesse sein. Ich wiederhole daher hier folgende kurze und völlig klare Beschreibung aus dem anatomischen Handbuche von Krause (2te Aufl. Bd. I. S. 604): »Unter den Capillargefäßen, welche den unmittelbaren Uebergang der Endigungen der Arterien in die Anfänge der Venen vermitteln, sind dickere und feinere zu unterscheiden: erstere, von $1/_{100}'''$ Dm., umgeben die Lungenbläschen kranzartig und bilden ein durch ein ganzes Lungenläppchen zusammenhangendes Netz, dessen Zwischenräume oder Maschen denselben Durchmesser haben, wie die Lungenbläschen selbst. Von diesen größeren Haargefäßen werden sodann die feineren Capillargefäße abgegeben und aufgenommen, welche nach allen Richtungen die Wände der Lungenbläschen durchziehen und ein so enges, irregulär gitterförmiges Netz bilden, daß die Maschen desselben nur eine dem Durchmesser der Capillargefäße gleiche Weite darbieten. Diese feinen Capillargefäße haben meistens ein Kaliber von $1/_{400}$ bis $1/_{325}'''$, ja sogar einzelne nur von $1/_{900}$ bis $1/_{800}'''$.«

Um die Circulation in einem Capillarsysteme, wie das hier beschriebene ist, zu verstehen, darf man sich nur an einen früher in diesem Aufsatze erläuterten Grundsatz erinnern. Es wurde gezeigt, daß der Druck, welchen eine Flüssigkeit, durch vis a tergo getrieben, gegen die Wände von Röhren ausübt, vom Ausgangspunkte der Bewegung bis zum Endpunkte der Röhre abnehmen muß. Denkt man sich also das Netz der großen Capillaren der Lunge ohne die feineren, welche überall mit ihnen zusammenhängen, so ist es klar, daß das Blut in denselben stärker gegen die Wände drücken muß, an jedem Punkte, welcher den Arterien näher liegt, als an jedem den Venen näheren. Bringt man also an zwei Stellen, welche verschiedenen Druck erleiden, Oeffnungen an und verbindet diese Oeffnungen durch ein feines

Röhrchen, so wird gegen die beiden Endpunkte der in diesem feinen Röhrchen enthaltenen Flüssigkeitssäule ein verschiedener Druck ausgeübt, welcher dieselbe nothwendig in Bewegung setzt. Nennen wir die beiden Punkte a und b, so können wir sagen, daß dieselbe Druckdifferenz, welche die Bewegung zwischen a und b in dem Nebenröhrchen bewirkt, sie auch in der Hauptröhre hervorbringt. Hier haben wir also die Möglichkeit, aus bestimmten Annahmen über die Durchmesser der großen und der feinen Capillaren, aus einer Annahme über die mittlere Länge des Weges durch die einen und anderen einigermaßen das Verhältniß der Geschwindigkeit zu finden. Nehmen wir als mittleren Durchmesser der feineren Capillaren $1/_{400}'''$, so würde sich, bei gleicher Länge von a — b in beiden Gefäßen, das Fortrücken des Blutes in den großen Capillaren (Durchmesser $1/_{160}'''$) zu dem in den kleinen verhalten, wie die zweiten Potenzen der Radien, also wie 4 : 25. Käme dazu vielleicht noch eine etwas bedeutendere Länge der Wege durch die feinen Gefäße, so würde diese nicht allein die Langsamkeit der Bewegung in denselben vermehren, sondern noch außerdem auf die mittlere Zeit wirken, welche ein Bluttheilchen zwischen seinem Ein- und Austritte in diesen Gefäßen zu verweilen hat. Bleiben wir aber auch bei dem vorhin genannten Verhältnisse, so möchte doch dieser Bau schon von merklichem Einflusse auf die Experimente sein können. Um diesen Einfluß näher zu bestimmen, müßten wir die absolute Größe für die Geschwindigkeit des Blutes in den einen oder anderen dieser Capillaren (so wie noch einiges Andere, was uns unbekannt ist) wissen.

Hier sind jedoch die Beobachtungen, welche E. H. Weber [1]) über das Fortrücken des Blutes in den Capillaren bei Froschlarven anstellte, zu nennen. Dort wurde als Mittel aus 17 Beobachtungen gefunden, daß ein Blutkörperchen in den Capillargefäßen etwa in $4^1/_3$ Sec. eine Linie zurücklegen würde. Der Umstand, daß wir hier so eben gerade von Capillaren reden, welche untereinander durch ganz verschiedene Geschwindigkeit des in ihnen enthaltenen Blutes differiren müssen, wird uns eine Warnung sein, eine verallgemeinernde Anwendung dieser Beobachtung zu machen. Wir würden nicht wissen, welchem der beiden Capillarsysteme der Lunge wir etwa eine, der von Weber gefundenen Geschwindigkeit ähnliche, zuschreiben sollten.

Indessen ist es wohl nicht unwahrscheinlich, daß jedes Bluttheilchen, welches in den dicken Capillaren der Lunge aus den Arterien in die Venen geht, denjenigen um einige Secunden voraneilen wird, welche in die feineren Nebencapillaren getrieben werden [2]).

Nach den Beschränkungen der Folgerungen aus den Hering'schen Versuchen, welche sich ergeben: aus der verschiedenen Geschwindigkeit der

[1]) Vgl. Müller's Arch. 1838. S. 466. ff.

[2]) Bei den jetzt so viel begünstigten Ansichten von kleinen soliden Keimen, durch welche sich manche Krankheiten fortpflanzen könnten, müßte die erwähnte Anordnung der Gefäße ein besonderes Interesse erregen. Es wird vielleicht durch die gröberen Capillaren der Lungen möglich, daß krankhafte Partikelchen, welche bei Degeneration irgend eines andern Theiles in das Blut gerathen, durch die Lunge hindurch gehen ohne Schaden für dieses Organ. Eine solche Einrichtung kann gerade bei der besonderen Stellung der Lunge, welche sonst von allen Theilen des Körpers leicht in Mitleidenschaft gezogen werden würde, als zweckmäßig begriffen werden.

Circulation in verschiedenen Organen, aus der Langsamkeit der Pfortadercirculation insbesondere, dann aus der Verschiedenheit der Zeit, binnen welcher Bluttheilchen in gleichem Augenblicke in Organe, namentlich auch in die Lunge eingetreten, dasselbe wieder verlassen, dürfte vielleicht noch zu nennen sein die verschiedene Geschwindigkeit, welche die neben einander in gleichem Querschnitte eines Organes befindlichen Bluttheile haben, indem die an den Wänden anliegenden sich viel langsamer bewegen, als die in der Axe. Weber (in den oben angeführten Beobachtungen) fand eine Differenz der Fortrückung von 17 : 1 zwischen Körperchen, welche sich in der Axe, und solchen, welche sich an der Wand eines Gefäßes bewegten. Es ist außerdem diese träge Schicht an den Gefäßwandungen Gegenstand mehrfacher Beobachtungen gewesen, auch von mir aufgenommen worden, ohne daß ich neue Aufschlüsse zu geben vermöchte. Es ist im Allgemeinen eine Forderung der Physik, daß Flüssigkeiten in Röhren, welche sie benetzen, solche Verschiedenheiten der Bewegung zwischen Umfang und Axe darbieten müssen. Beim Blute möchten aber einige Eigenthümlichkeiten dadurch entstehen, daß hier eine Menge von soliden Körpern mit fortbewegt werden, welche, die Wände der kleineren Gefäße nothwendig vielfach berührend, nicht ohne Einfluß auf diese Erscheinung sein können.

Im Allgemeinen wird es nun sehr vom Zufall abhängen, ob ein Bluttheilchen an die Wand eines Gefäßes gelangt oder in die Mitte. Ist aber eine Quantität Blut mit einem besonderen Stoffe imprägnirt, so möchte es sich doch nicht leicht finden, daß nicht einige Theilchen derselben durch Zufälligkeiten, welche sie längere Zeit in der Axe der Gefäße erhalten haben, an einem entfernten Orte früher, bedeutend früher, ankämen, als andere, welche sich eine Zeitlang in gleichem Querschnitt eines Gefäßes mit ihnen befanden, aber einen größeren Theil des Weges zurückgelegt haben, indem sie sich an den Wänden langsam hinschoben.

Ueberblicken wir das bisher beigebrachte und in Beziehung zu den Hering'schen Versuchen gestellte Material, so wird es auffallen, daß die erwähnten Momente, welche eine Abweichung der Resultate dieser Versuche von der mittleren Circulationszeit bewirken können, zum Theil müssen, vorzugsweise in dem Sinne wirken, daß durch diese Versuche eine kürzere Zeit als die mittlere Circulationsdauer gefunden werden muß. Es leitet also unsere Behandlung dieser Fragen dahin, daß man der Genauigkeit der Hering'schen Beobachtungen völlig Gerechtigkeit kann widerfahren lassen, ohne daß dadurch die Berechnungen über mittlere Circulationsdauer irgend gefährdet werden. Diese haben ihre Schwäche in sich, in den noch immer so verschiedenen Annahmen über die Quantität des Blutes im Körper, einen Gegenstand, welchen wir hier nicht zu erörtern haben.

Wir hätten nun drittens noch die Eigenthümlichkeiten zu untersuchen, durch welche sich die Resultate von Vergiftungsversuchen, in ihrer Anwendung auf die Beurtheilung der Geschwindigkeit des Kreislaufes von den eben betrachteten unterscheiden. Wenn man eine hinreichende Quantität von Blausäure in die Halsvenen eines Thieres bringt, so erfolgen die Giftsymptome und der Tod so rasch, daß es nach den Hering'schen Versuchen nicht anzunehmen ist, daß schon vergiftetes Blut in das Gehirn eingedrungen sein kann. Ein Kaninchen ist auf diese Weise in 9 Secunden bewegungslos. Nimmt man an, daß bei größeren Thieren die Größe des Herzens, multiplicirt mit der Frequenz der Contractionen, in ähnlichem Verhältnisse zur Größe der Gefäße steht, so könnte eine hinreichend vergrößerte Dosis des

Giftes auch bei diesen, insofern sie in gleicher Zeit ziemlich ebenso weit in die Gefäße gelangen würde, dieselben Wirkungen haben.

Indem man von der Ansicht ausging, daß die Blausäure im Gehirn selbst gegenwärtig sein müsse, um diesen raschen Tod zu bewirken, hat man sich durch die Annahme einer besonders raschen Verbreitung dieses und ähnlich rasch wirkender Gifte im Blute aus der Verlegenheit zu ziehen gesucht. So sehr es aber denkbar ist, daß verschiedene Flüssigkeiten sich mit verschiedener Schnelligkeit im Blute oder anderen Flüssigkeiten verbreiten, so ist dies doch ein zu wenig untersuchter Gegenstand, als daß man sich gern bei dieser Erklärung beruhigen möchte. Man wird dies um so weniger thun mögen, wenn andere Wege offen stehen, wie es mir denn hier der Fall zu sein schien.

Es besteht eine Verschiedenheit der Ansichten über den Ort, von welchem aus diese Gifte den Tod bewirken müssen oder können, indem Einige glauben, der Tod sei die Wirkung des im Gehirne gegenwärtigen giftigen Stoffes auf die Gehirnmasse, Andere aber annehmen, daß der Tod auch durch Vergiftung vom Herzen aus entstehen könne und zwar entweder durch Vertheilung des Giftes in die Kranzgefäße u. s. w., oder, was Andere für möglich halten, durch unmittelbares Durchdringen der Herzsubstanz, was also eben sowohl vom rechten als vom linken Ventrikel aus geschehen könnte.

Die erste dieser Ansichten beruht nun lediglich auf Illusion. Man glaubt dieselbe stützen zu können auf die schönen Versuche, durch welche Joh. Müller bewies, daß die Gifte nicht auf die Centraltheile des Nervensystemes wirken durch Vermittelung sensitiver Nerven, sondern daß sie diese Nerven, wenn sie ausschließlich mit ihnen in Berührung sind, auch nur local tödten, daß sie auf das Gehirn nicht wirken, wenn sie nicht eben in die Hirnsubstanz durch die Gefäße eindringen. Diese Versuche waren bestimmt, den Irrthum zu widerlegen, daß ein narkotisches Gift, z. B. vom Magen aus, tödten könne, ohne in hinreichender Quantität in die Blutmasse eingedrungen zu sein, und haben denselben beseitigt. Aber man sieht sogleich, daß aus diesen Versuchen durchaus nichts für die erwähnte Ansicht hervorgeht: daß ein Gift, welches etwa im Stande wäre, das Herz rasch zu lähmen, doch nicht hierdurch tödten könnte, sondern durchaus in das Gehirn gelangen müßte. Gerade das Herz befindet sich hier in einer exceptionellen Stellung. Ohne Zweifel könnte auch eine bloße Vergiftung der Magenwände tödten, wenn der Tod des Magens von so raschem Einfluß auf den übrigen Körper wäre, wie die Lähmung des Herzens, und wenn nicht, nach Lähmung des Magens, das Gift immer durch den Kreislauf noch anderen Organen zugeführt würde, durch deren Leiden der Tod rascher erfolgt, als durch das des Magens. Dasselbe ließe sich noch von anderen Organen sagen, gerade vom Herzen aber durchaus nicht. Wenn ein Gift dieses Organ rasch lähmt, so wird jetzt eben verhindert, daß das Gift sich weiter verbreitet, und das Stillestehen des Kreislaufes führt den Tod herbei.

Es scheint mir nun aus einigen sehr einfachen Versuchen evident zu sein, daß die Blausäure, wenn sie, von den Venen aus in den Kreislauf kommend, rasch tödtet, wirklich durch Herzlähmung einen Zustand von Bewegungslosigkeit bewirkt, welcher nothwendig in Tod übergehen muß. Die Versuche, welche ich anstellte, um den vermeintlichen Conflict dieser raschen Giftwirkungen mit den Datis der Lehre vom Kreislaufe aufzuheben, sind folgende. Ich habe Blau=

säure wiederholt bei lebenden Kaninchen auf drei verschiedenen Wegen eingebracht: durch eine Halsvene in der Richtung gegen das Herz, durch die Luftröhre und durch die Carotis in der Richtung gegen das Gehirn. Die Zeiten, welche bei diesen verschiedenartigen Applicationsweisen des Giftes verflossen, bis die Bewegungslosigkeit eintrat, liefern den Beweis, daß das Gift unmittelbar von der inneren Herzfläche aus tödten kann. Indem man die Thiere nach dem Einspritzen des Giftes rasch an den Ohren aufhob, wurde als der Augenblick des Todes derjenige angenommen, in welchem ein schlaffes Herabsinken der Extremitäten sich zeigte, vorausgesetzt natürlich, daß auch in den nächsten Augenblicken keine Spur von Bewegung mehr eintrat. Dies erfolgte bei Einspritzung in die Vena jug. oder in die trachea bei hinreichender Dosis regelmäßig in 8 — 10 Secunden, während es nach Einspritzung in die Carotis nicht allein nicht früher, sondern einige Secunden später geschah. Wollen wir indessen auf diese wenigen Secunden keinen Werth legen, nehmen wir an, der Tod könne nach jeder der drei Einbringungsweisen des Giftes gleich rasch erfolgen, so braucht man doch wohl keinen weiteren Beweis, daß das Gift in zweien der beschriebenen Fälle unmittelbar von der inneren Herzfläche aus in die Substanz eindringt und so das Herz lähmt [1]).

Fände hier Herzvergiftung, aber nicht an der inneren Herzfläche, sondern von den Blutgefäßen des Herzens aus Statt, so müßte ein constanter, wenn auch geringer Zeitunterschied zwischen der Wirkung von der Halsvene und der von den Lungengefäßen aus stattfinden, letztere müßte stets um einige Secunden früher eintreten. Auch wäre doch wirklich nicht abzusehen, wie es zugehen sollte, daß dieses Gift nicht in der größten Schnelligkeit die Herzwände tränkte. Deßhalb hat die Ansicht, welche die Herzvergiftung zugiebt, dieselbe aber durchaus von den Kranzarterien herholen will, schon eine große Unwahrscheinlichkeit gegen sich. Entschieden früher müßte nun aber gewiß der Tod bei Einspritzung in die Carotis eintreten, wenn er auch bei den anderen Einbringungsweisen durch Hirnvergiftung entstände.

Die Quantität des Giftes, welche in die Carotis eingebracht wurde, war bei den Versuchen wohl hinreichend, um mit Entleerung der Spritze zum Theil schon in die Blutgefäße des Gehirns vorgeschoben zu sein. Deßhalb muß man annehmen, daß der größere Theil der Zeit, welche bis zur tödtlichen Wirkung

---

[1]) Die ersten dieser Versuche wurden im Wintersemester 1841 bis 1842 angestellt unter Assistenz der Herren Studirenden Cammann, Langenbeck, Olivet und Heusinger. Es wurde unmittelbar nach dem Eintritte jenes Zustandes, welcher, wenn er nicht Tod genannt werden kann (weil eine Wiederbelebung vielleicht möglich wäre), doch ohne Lebenszeichen in den Tod übergeht, das Herz bloß gelegt. Was daran beobachtet wurde, wird hier nicht mitgetheilt, genug, daß es der oben ausgesprochenen Ansicht nicht entgegenstand. Einer Bemerkung nur, welche damals gemacht wurde, sei es vergönnt hier zu erwähnen, da sie mit einer andern Frage aus der Physiologie des Kreislaufes in Beziehung steht. Es ist nämlich zwar ziemlich allgemein anerkannt, daß das Herz sich nicht durch eine besondere Lebensthätigkeit in der Diastole expandirt. Indessen begegnet es dem Einem oder Andern wohl und ist namentlich früher häufig vorgekommen, daß, bei Untersuchung des Herzens mit der Hand das abwechselnde Gefühl des Widerstandes und des Nachgebens verkehrt, das erstere auf die Diastole, das zweite auf die Systole bezogen wird. Daß dies eine Täuschung sei, davon kann man sich aber leicht überzeugen, wenn man ein Herz zur Untersuchung zieht, welches, schon im Absterben begriffen, nur seltene Zusammenziehungen macht. Den plötzlich eintretenden und rasch einer längeren Widerstandslosigkeit Platz machenden Druck, mit welchem in solchem Falle das Herz wirkt, kann Niemand für eine Diastole und den dauernden Zwischenzustand für eine Systole halten.

verfloß, auf die Durchdringung der Hirnsubstanz und Bewirkung derjenigen Veränderungen zu berechnen ist, durch welche das Gift den Tod herbeiführt. — Anfangs glaubte ich den Tod durch Herzlähmung von dem durch Gehirnvergiftung noch durch den Mangel an Krämpfen unterscheiden zu können. Indessen habe ich, wenigstens bei jüngeren Kaninchen, den Tod auch bei Einspritzung in die Carotis ohne Krämpfe erfolgen sehen. Es ist gar nicht zu verwundern, daß der Tod durch Blausäure sonst fast immer mit Krämpfen auftritt. Es dürfte wohl ohne Anwendung sehr concentrirter Blausäure nicht möglich sein, den Tod durch eine Herzvergiftung hervorzubringen, wenn man das Gift nicht einspritzt, sondern resorbirt werden läßt. In solchen Fällen gelangt nicht gleich anfangs hinreichend Gift in die Ventrikel, um sie zu lähmen. Dasselbe wird auch zum Theil (bei Application an Nase, Auge, Maul) eingeathmet, es gelangt mehr oder weniger davon in's Gehirn. Dann entstehen Krämpfe (so wie bei Einspritzung geringerer Quantitäten in die Carotis) und ein Tod, an dem Affection des Hirnes und Herzens gemischt Antheil haben. Wird aber das Gift in sehr concentrirtem Zustande der Resorption überlassen, so kann derselbe auch rein durch Herzlähmung bewirkt werden. Herr Professor Kürschner hatte die Güte, mir mitzutheilen, daß er bei solcher Application des Giftes den Tod auch ohne Krämpfe eintreten sah [1]. —

Hiermit dürfte die Schwierigkeit beseitigt sein, welche die raschen Wirkungen der Gifte in der Lehre vom Kreislaufe machten.

Wir haben nun die Erfahrungen zusammengestellt, auf welche wir bis jetzt unsere Kenntnisse über die Geschwindigkeit der Blutbewegung vorzüglich stützen können. In den größeren Gefäßen ist dieselbe bedeutend rasch und läßt sich aus einigen ziemlich genau bekannten Größen berechnen. Sie nimmt ab bis in die feinsten Gefäße. Wie groß sie dort durchschnittlich ist, könnte man berechnen, wenn man den Gesammtdurchmesser der Capillaren kennte. Da wir denselben nicht kennen, ist die directe Beobachtung das einzige sichere Mittel, welche uns dann die Möglichkeit gewährt, umgekehrt aus der erkannten sehr langsamen Bewegung auf den sehr großen Gesammtdurchmesser dieser Gefäße zu schließen. Nachdem das Blut sich eine, in verschiedenen Organen wohl verschiedene, aber wohl meist sehr kurze Strecke durch solche feine Gefäße fortgeschoben hat, gelangt es wieder in größere Gefäße, deren Gesammtdurchmesser aber abnimmt, wird zu rascherem Fortschreiten genöthigt und kommt so zum Herzen zurück. — Vieles ist hier noch zu leisten, besonders aber möchte es ein Verdienst sein, eine recht zweckmäßige Methode zu erfinden, um die Verschiedenheiten der Blutbewegung in verschiedenen Organen zu ermitteln. Vorläufig wüßte ich solche Versuche nur am Cadaver anzustellen, wo denn verschiedene Einwendungen nicht völlig zu beseitigen sind. —

---

[1]) Es ist zwar kein Beweis für unsere Ansicht, stimmt aber doch sehr wohl damit überein, was Lonsdale in Edinb. Med. and Surg. Journ. (1839, January) über die Blausäurevergiftung mittheilte. Herzlähmung bedingt nach ihm die dringendste Gefahr. Er empfiehlt Blutentziehung aus den großen Venen nahe dem Herzen und die von Herbst angegebene Methode der Begießung mit kaltem Wasser, welche vielleicht auch durch Reflex die Herzthätigkeit erregt. — Beiläufig gesagt, ist es wohl nicht ohne praktischen Nachtheil, statt der Begießung mit kaltem Wasser die Begießung mit einer Salzauflosung anzuwenden, welche man kürzlich als neue Erfindung geltend machen wollte. Das Wirksame ist doch wohl nur die Kälte, und Zeit zu verlieren durch Auflösen von Salzen gewiß nicht räthlich.

Nähere Bestimmung der Function der Arterien bei der Circulation. —

Aus der Uebereinstimmung zahlreicher Beobachter ist es unzweifelhaft, daß in der Norm das Blut schon in den Capillaren, wie weiterhin in den Venen, eine gleichmäßige, den Einfluß einzelner Herzstöße nicht mehr verrathende Fortschreitung hat. Es ist hier zu untersuchen, wie dies erreicht wird und wozu es dient. — Man hat über den Nutzen dieser gleichmäßigen Bewegung verschiedene Ansichten aufgestellt, welche sich auf die Beschaffenheit des Blutes, auf die Function desselben in den Capillargefäßen u. s. w. beziehen. Man darf nun allerdings wohl voraussetzen, daß diese Art der Bewegung, da wo sie stattfindet, den Zwecken der Circulation vorzüglich entspricht. Man wird sich aber z. B. durch die Behauptung, daß das Blut gerinnen würde, wenn es sich durch den ganzen Körper stoßweise bewege, nicht sehr belehrt finden können.

Wir werden uns bemühen, den mechanischen Vortheil, welcher aus dieser Einrichtung hervorgeht, welchen schon E. H. Weber zur Sprache gebracht hat, hervorzuheben.

Es muß von vornherein klar sein, daß wir in der gleichmäßigen Bewegung des Blutes in den Capillaren eine Function der Arterien zu erkennen haben, die Function: die Bewegung, welche das Herz dem Blute in den Gefäßen durch Eintreibung neuer Quantitäten stoßweise mittheilt, zum Theil aufzunehmen (= dadurch ausgedehnt zu werden) und dieselbe während der Ruhezeit des Herzens wieder an das Blut zurückzugeben (= sich zusammenzuziehen mit derselben Kraft, welche die Ausdehnung bewirkt hat, wie alle elastischen Körper). — In den Arterien, namentlich den größeren, kann sich das Blut nur mit wechselnder Schnelligkeit bewegen, es muß zunächst am Herzen nach jeder Contraction desselben zum Theil stille stehen, bis es von einer neuen Contraction genöthigt wird, sich fortzubewegen. Die Bedingungen dieser Art von Bewegung liegen so deutlich vor, daß man sie annehmen müßte, auch wenn man nicht aus Erfahrung wüßte, daß der Druck des Blutes in den Arterien, je näher dem Herzen, um so mehr schwankt.

Wie bewirken nun die Arterien, näher betrachtet, diese Umwandlung der Bewegung? Wir haben schon bei der ersten Erläuterung der Entstehung und Wirkung eines bestimmten Druckes aus einer bestimmten Quantität des Zuflusses in einem Gefäße und dem Vorhandensein von Abflußöffnungen von bestimmter Größe u. s. w. Rücksicht genommen auf den Fall, daß die Flüssigkeit in einem Gefäße ringsum eingeschlossen ist, daß der Zufluß stoßweise erfolgt, daß aber der Abfluß durch Elasticität der Mittel, welche die Flüssigkeit in dem Behälter begrenzen, mehr oder weniger gleichmäßig wird.

Da es nun bei der Oekonomie des thierischen Körpers nicht möglich war, einen Blutbehälter zu erzeugen, von welchem aus durch den Druck der Schwere die Circulation bewirkt würde, so ist es nothwendig gewesen, durch Einsperrung der Flüssigkeit und durch ein Pumpwerk den Druck zu bewirken, welcher die Bewegung des Blutes unterhält. Um diese Bewegung dann in einem Theile der Röhren gleichförmig zu machen, mußte derjenige Theil, in welchen das Blut zuerst eingetrieben wird, sehr elastisch sein, und zwar so, daß er sich bei der Spannung seiner Wände, welche stets stattfindet, durch jede Vermehrung des Druckes von innen noch leicht weiter ausdehnt.

Wir wollen untersuchen, was über diese Ausdehnung der Arterien bekannt ist.

Dieselbe war in verschiedener Hinsicht vielfach Gegenstand des Streites. Ja es haben noch in unserem Jahrhunderte vortreffliche Forscher selbst die Existenz derselben in Zweifel gezogen. Unter diesen verdient besonders Caleb Hillier Parry [1]) genannt zu werden. Da es ihm, wie manchem Andern, nicht gelang, die Ausdehnung an bloßgelegten Arterien, selbst in der Nähe des Herzens, wahrzunehmen, so suchte er die Möglichkeit zu beweisen, daß bei den vorhandenen Verhältnissen die Blutbewegung ohne eine solche Ausdehnung geschehen könnte. Seine Darstellung ist so klar, daß sie wohl dazu dienen kann, um in Beziehung auf sie die Irrthümer zu erläutern, welche bei einer solchen Vorstellungsweise zu Grunde liegen.

Es ist zunächst klar, daß man, um die Ausdehnung der Arterien bei der Systole des Herzens zu leugnen, das von uns in diesem Abschnitte vorangestellte Factum: die Gleichmäßigkeit der Blutbewegung in den Capillargefäßen, übersehen muß; denn mit dieser ist die Ausdehnung der Arterien nothwendig gegeben. Ist die Gleichmäßigkeit der Bewegung in den Capillaren zugegeben, so ist in gewissem Sinne und unter gewissen Voraussetzungen das Maaß der Ausdehnung der Arterien in dem Augenblicke der Beendigung der Systole ganz genau zu bestimmen. Nimmt man z. B. in jeder Secunde eine Systole des Herzens an, nimmt man an, daß diese Systole selbst den dritten Theil der Secunde dauert und daß dieselbe jedesmal 3 Loth Blut in die Arterien treibt, so müssen die Arterien im Augenblicke der Beendigung der Systole um so viel mehr, als im Augenblicke des Anfangs derselben, ausgedehnt sein, als zwei Loth Blut Raum einnehmen; mit anderen Worten, es geht ein Loth Blut während der Systole durch die Capillaren, und zwei in der Zeit zwischen einer Systole und der folgenden. Hiermit ist aber noch nicht gegeben, wieviel die Ausdehnung auf irgend eine besondere Stelle der Arterien beträgt. Dies durch Rechnung zu finden, ist aus verschiedenen Ursachen nicht mit Genauigkeit möglich. Eine solche Rechnung würde voraussetzen, daß man den Inhalt oder Raum des Systemes, in welchem der Wechsel an Blutgehalt stattfindet, genau wüßte, und daß man die Vertheilungszeit kennte, in welcher sich die zwei Loth mehr gleichmäßig verbreiten. Diese Frage ist nothwendig, da man nicht annehmen kann, daß im Augenblicke der Beendigung der Systole dieselben gleichmäßig über jenen Raum vertheilt wären. Ohne Zweifel sind dieselben in diesem Augenblicke dem Herzen näher, es sind die Ursprünge der Arterien vorzüglich, welche einen Wechsel der Ausdehnung erleiden, und diese Wechsel werden weiterhin immer geringer [2]). Die Hauptarterien dehnen sich also stärker aus, als man finden würde, wenn man die zwei Loth sich gleichmäßiger verbreitet denkt.

Außerdem würde man, von diesen Schwierigkeiten abgesehen, noch besonders zu untersuchen haben, wieviel nun von der gefundenen Ausdehnung als Ausdehnung in die Länge und wieviel als Ausdehnung in die Breite zu berechnen wäre.

---

[1]) An experimental inquiry into the nature, causes and varieties of the arterial pulse. London 1816.

[2]) Wir müssen schon hier bemerken, daß die Vertheilung durch die Arterien durchaus nicht mit dem Pulse verwechselt werden darf, wie fast durchgängig geschieht. Außerdem bemerke man, wie die gestreckte, die Röhrenform des Behälters, in welchen das Herz das Blut treibt, zu der Erreichung einer gleichmäßigen Bewegung in den Capillaren beiträgt, indem sie eben zur Folge hat, daß die Vertheilung der Blutquantität, welche sich nach der Systole mehr als vorher in den Arterien befindet, eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, während welcher sie sich schon vermindert; daher schon müssen die Schwankungen des Druckes in der Entfernung vom Herzen abnehmen.

Zu dieser Berechnung sind aber die Voraussetzungen nicht hinreichend bekannt. Wir kennen nicht genau genug die Ausdehnbarkeit der Arterien in den beiden Richtungen. Diese würde allerdings auf mehre Arten wohl untersucht werden können, ja man könnte die Untersuchungsweise in directe Beziehung zu der hier vorliegenden Frage stellen. Wenn man nämlich den Druck, welcher in einer Arterie während des Lebens wirkt, und die Wechsel dieses Druckes bestimmt hätte und nun ähnliche Verhältnisse in einer Arterie eines Cadavers herstellte, so würde man die Ausdehnungen in den beiden Richtungen, welche beim Uebergange von dem Minimum zum Maximum des Druckes stattfinden, mit Ruhe messen können. Ich glaubte einen Augenblick hierin eine genügende Methode gefunden zu haben, und es würde durch andere Methoden, welche daneben zu versuchen gewesen wären, das Resultat vielleicht eine ziemliche Bestimmtheit erreicht haben. Aber eine Einwendung läßt sich hierbei nicht beseitigen; daß man nämlich von solchen Versuchen keinen Schluß auf die Verhältnisse während des Lebens machen kann, weil der Zustand der Arterien während des Lebens, der Widerstand, welchen die lebendige Arterie dem Blute leistet, nicht bloß durch das elastische Gewebe, sondern auch durch die contractile Faser bedingt ist. Daher würde man also an todten Arterien bei gleicher Steigerung des Druckes stärkere Ausdehnungen erhalten; und nicht allein dies, sondern das Resultat wäre auch nicht sicher gewesen in Beziehung auf das Verhältniß von Längs- und Querausdehnung, da man nicht annehmen kann, daß der Widerstand der contractilen Faser in den beiden Richtungen gerade dieselben Verhältnisse hat, wie derjenige des elastischen Gewebes. Folglich würden solche Versuche zwar geeignet sein, die Wirkungen des elastischen Gewebes zu studiren, aber nicht unmittelbar Aufschluß geben über das, was wir hier suchen.

Haben wir gegen Diejenigen, welche eine Ausdehnung der Arterien nicht beobachten konnten, bis jetzt besonders die Nothwendigkeit dieser Ausdehnung geltend gemacht [1]), so müssen wir nun doch auch erwähnen, daß die Ausdehnung von Vielen wirklich gesehen worden ist. Man würde diese Beobachtungen selbst voranstellen müssen, wenn es nicht sehr wahrscheinlich wäre, daß bei denselben häufig Täuschungen mit untergelaufen sind, daß man namentlich Bewegungen der Arterien nicht selten irrig gedeutet hat. Man kann aber als Resultat der betreffenden Beobachtungen wohl ansehen, daß die Ausdehnung der Arterien sowohl in die Länge als Breite unter günstigen Umständen wirklich unmittelbar wahrgenommen werden kann. Die Ausdehnung in die Länge besonders ist in den Erscheinungen, welche sie bewirkt, deutlich zu erkennen. Diese Erscheinungen sind nicht stets übereinstimmend angegeben worden, und ich möchte vermuthen, daß sie auch gar nicht immer so übereinstimmend zu sein brauchten: je nachdem die Arterie einen gestreckten oder gekrümmten, einen in weitem oder kurzem Bogen gekrümmten Verlauf hat, je nachdem bei der Beobachtung die Arterie ihre völlig naturgemäße Lage hat, oder, wenn sie eigentlich gerade verläuft, zufällig gekrümmt, oder, eigentlich mehr gekrümmt verlaufend, zufällig gestreckt ist, könnte ja wohl vielleicht die Ausdehnung in die Länge auf verschiedene Weise in die Erscheinung treten.

Hieneben sind dann auch noch die Versuche zu nennen, durch besondere

[1]) Es wird wohl Niemand daran denken, daß Compression des Blutes bei der Systole in den Arterien in irgend merklichem Grade eintreten könnte. Wäre in einem Apparate, wie das Blutgefäßsystem, ein gasförmiger Körper zu bewegen, so könnte freilich Compression desselben statt der Ausdehnung der Wände eintreten.

Instrumente die Ausdehnung der Arterien zur Anschauung zu bringen. Genauigkeit erwartet man besonders von dem Verfahren von Poiseuille, welcher eine Arterie an einer Stelle rings freilegt und sie mit einem Cylinderchen umgiebt, welches zwischen sich und der Arterie noch Raum für etwas Wasser läßt. Dieser Raum wird oben und unten geschlossen, indem eine weiche Masse zwischen den Rand des Cylinders und die Arterie gebracht wird. Wenn nun dieser Raum mit einem feinen graduirten Röhrchen in Verbindung gesetzt und so weit mit Wasser erfüllt wird, daß dieses noch in das Röhrchen hineinreicht, so ist in diesem am Steigen und Sinken die Ausdehnung und Zusammenziehung der Arterie zu erkennen und zu messen. Ich habe dies Verfahren nicht selbst kennen gelernt und kann mir nicht vorstellen, daß es genaue Resultate geben kann. Soll die Verbindung zwischen Cylinder und Arterie dicht sein, so kann das doch kaum ohne Störung für die normalen Bewegungen der Arterienwände geschehen. Ist dagegen die verschließende Masse zu weich, so kann man sich vor Verschiebung derselben und dadurch Veränderung des vom Wasser eingenommenen Raumes wohl kaum schützen.

Interessant ist es aber jedenfalls, daß man doch auf diese Weise ein regelmäßiges Steigen und Fallen der Säule in dem kleinen Röhrchen beobachtet hat. —

Ein sehr bedeutender Irrthum, in welchen man verfallen mußte, wenn man die Ausdehnung der Arterien nicht annahm, ein Irrthum, welcher sich bei Parry auch sehr deutlich ausspricht, ist der über den Grad der Vermehrung des Druckes in den Arterien, welche bei der Systole des Herzens eintreten müßte, wenn die Arterien sich nicht ausdehnten. Wir knüpfen hieran die Betrachtung über den mechanischen Vortheil, welchen die Elasticität der Arterien gewährt.

Denkt man sich an die Stelle der elastischen Arterien völlig starre Röhren, so werden wir begreifen, daß in diesen eine Verschiebung des Blutes nicht bloß in Folge der Contraction des Herzens, sondern auch nur während dieser Contraction, mit ihr beginnend und aufhörend, stattfinden kann. Die weitere nothwendige Folge davon wäre, daß das Blut in den übrigen Gefäßen auch stoßweise bewegt werden müßte; es würde diese Bewegung sich um so schärfer abgrenzen, je näher den Arterien, und namentlich in den Capillaren würde das Blut auch fast nur während der Systole sich bewegen können, d. h. also, es würde (nach früher schon gebrauchten Annahmen) während einem Drittel einer Secunde sich bewegen und in den beiden übrigen ruhen.

Wir werden sogleich sehen, daß bei einer solchen Einrichtung der Druck des Blutes in den Arterien während der Systole weit größer sein müßte, als derselbe in Folge der Einrichtung, wie sie wirklich im Körper stattfindet, ist, und daß derselbe dagegen während der Zwischenzeit der Systolen ganz oder fast ganz verschwinden müßte.

Diese Nothwendigkeiten müssen wir Parry's Folgerungen entgegenhalten. Dieser meint, es finde während der Systole eine größere Geschwindigkeit in den Arterien Statt, das Herz beschleunige die Bewegung des Blutes, ohne die Arterien auszudehnen. Ferner begreift Parry wohl, daß während der Systole der Druck des Blutes zunehmen muß, hält diese Zunahme aber für unbedeutend. Er meint, man könne daraus nicht folgern, daß die Arterien durch diese Zunahme des Druckes auch ausgedehnt werden müßten, man könne dies ebenso wenig behaupten, als daß bei einer Waagschale, welche durch das Gewicht eines Pfundes einen Ausschlag gäbe, auch ein Scrupel einen Ausschlag bewirken müßte. Es scheint also seine Vorstellung zu sein, daß die Arterienwandung, obgleich sehr elastisch, doch so kleinen Veränderungen des Druckes durch eine Trägheit der Moleküle widerstehen könnte.

Wir wollen nun unsere Behauptung begründen, daß der Wechsel des Druckes ein sehr großer sein müßte, wenn die Arterien wirklich nicht durch die Systole ausgedehnt würden.

Dies würde durch eine zwiefache Veränderung des mechanischen Verhältnisses geschehen müssen. Wären die Arterien absolut starr, so müßte sich während der Systole ebenso viel Blut aus denselben entfernen, als in sie hineintritt. Davon würde die Folge sein, daß in den Capillargefäßen (von Ausdehnungen und Zusammenziehungen derselben, welche unter solchen Umständen eintreten möchten, vorläufig abgesehen) ebenfalls eine Bewegung nur während der Systole stattfände und diese Bewegung müßte dreimal so rasch sein, als es die gleichmäßige ist, wenn das Herz bei jeder Systole ebenso viel Blut entleeren sollte, als normal geschieht und wenn wir das Zeitverhältniß von einer Systole zu der Zeit zwischen Systole und Systole wie 1 : 2 setzen.

Da wir nun nach Poiseuille annehmen können, daß die Widerstände in geradem Verhältnisse mit der Geschwindigkeit zunehmen, oder, was dasselbe ist, daß, um eine dreifache Geschwindigkeit zu unterhalten, ein dreifacher Druck nöthig ist, so würde also der Druck in den Arterien während der Systole dreimal so stark sein müssen, als er wirklich ist, und zwischen Systole und Systole würde derselbe ganz cessiren.

Da sich ferner das Herz unter diesem Drucke entleeren müßte, welcher sogleich mit dem Beginne der Systole eintritt, so wäre die Kraft des Herzens nothwendig bedeutend zu erhöhen.

Es ist also schon hieraus ersichtlich, wie viel ökonomischer die Einrichtung ist, durch welche der bei weitem größte Theil des Blutes, und zwar gerade derjenige, welcher in den Gefäßen sich befindet, welche die größten Widerstände darbieten, sich continuirlich bewegen kann, während nur ein kleiner Theil des Blutes (in den Arterien) abwechselnd zu beschleunigen oder (in den Arterien nahe dem Herzen) wirklich abwechselnd in Bewegung zu setzen ist.

Hierzu kommt aber noch ein anderer wichtiger Umstand. Man weiß aus den Grundlehren der Mechanik, daß, um einen ruhenden Körper in eine Bewegung von gewisser Geschwindigkeit zu versetzen, ein Anstoß von einer gewissen Kraft nöthig ist; daß ferner ein Körper, welcher sich in Bewegung befindet, beständig in derselben bleibt, wenn nicht Widerstände auf ihn einwirken; daß er aber, gewisse Widerstände gesetzt, auch in gleichmäßiger Bewegung bleiben kann, wenn fortwährend ihm so viel neu mitgetheilt wird, als die Widerstände ihm entziehen.

Soll nun ein Körper in einer bestimmten Zeit einen bestimmten Raum durchlaufen, so kann dies auf sehr verschiedene Weisen erreicht werden, von welchen einige hier zu nennen sind.

Man kann demselben anfangs eine stärkere Bewegung mittheilen, als nöthig sein würde, um den zu durchlaufenden Raum in der vorgeschriebenen Zeit wirklich zu durchlaufen. Dieses Maaß der Bewegung kann aber dennoch so bestimmt sein, daß dies Ziel nicht eher erreicht wird, als verlangt wurde, indem die Reibung u. s. w. der ursprünglichen Bewegung gerade so viel entzieht, daß der Körper zur rechten Zeit am Ende seiner Laufbahn anlangt. Sind die Widerstände sehr bedeutend, so wird auch die Verlangsamung sehr bedeutend sein; so würde es z. B. sehr schwierig sein, das Blut auf diese Weise circuliren zu lassen, es wäre undenkbar, daß das Blut sich wirklich im Körper durch die Kraft des Herzens auf solche Weise bewegte. Hierin stimmen wir Baumgärtner völlig bei, aber es ist ein Irrthum, wenn Baumgärtner glaubte, durch Einwendungen gegen eine solche Vorstellungsweise irgend etwas gegen

die mechanische Erklärung des Kreislaufes zu sagen. Das sind ganz verschiedene Dinge, und ich finde nirgends eine Spur dieser Ansicht, welche Baumgärtner sich die Mühe giebt zu bekämpfen, als etwa eine nur scheinbare in dem häufig gebrauchten Ausdrucke: das Herz werfe das Blut in die Arterien, ein Ausdruck, welcher hier allerdings nicht im engeren Sinne zu nehmen ist.

Eine andere Weise, und diese liegt der Blutcirculation näher, ist die völlig gleichmäßige Bewegung. Es wird einem Körper am Anfange der zu durchlaufenden Bahn eine Bewegung ertheilt, welche gerade hinreicht, um denselben bei gleichmäßigem Fortschreiten in der geforderten Zeit das Ziel erreichen zu lassen, und es wirkt dann während der Bewegung noch immer so viel Kraft nach, als die Widerstände entziehen.

Diese Art, einen Körper zu bewegen, ist höchst ökonomisch im Vergleich mit derjenigen, welche nöthig werden würde, wenn der Körper in seiner Fortschreitung mehrmals unterbrochen würde. Rechnet man bei letzterer auch die Zeiten der Ruhe für nichts, so daß die Bewegung nicht rascher zu sein braucht, als im andern Falle, so ist doch, so oft die Bewegung unterbrochen ist, die Anfangsbewegung wieder von Neuem mitzutheilen. Beispiele, welche diese Verhältnisse erläutern, werden Jedem gegenwärtig sein, u. a. die Kraftanstrengung, welche ein Mensch verwendet, der einen nicht leichten Wagen auf ebenem Wege in Bewegung setzen will, und die Leichtigkeit, mit welcher die spätere Fortbewegung erfolgt. Läßt der Mensch bei dieser eine Zeitlang noch etwas mehr Kraft wirken, als die Ueberwindung der Widerstände erfordert, so entsteht die beschleunigte Bewegung. Die Kräfte eines Menschen würden aber bald erschöpft sein, wenn er eine solche bedeutende Last in einem kurzen Zeitraume oft von Neuem erst in Bewegung versetzen sollte.

Noch größer würde natürlich der Kraftaufwand sein müssen, wenn nach jeder plötzlichen Hemmung ein Zeitraum der Ruhe einträte Um den Körper nun in der geforderten Zeit an sein Ziel zu bringen, würde die Bewegung nämlich auch rascher sein müssen. Dauern die Ruhezeiten, zusammenaddirt, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ der ganzen Zeit, welche zu dem Transporte zu verwenden ist, so muß die Bewegung $1\frac{1}{2}$, 2 oder 3mal so rasch sein, als wenn die Ruhezeiten $= 0$ wären.

Setzen wir also, daß ein Körper auf einer zu durchlaufenden Bahn 9mal in Stillstand versetzt wird, daß die Dauer der Bewegungszeiten nur $\frac{1}{3}$ der ganzen Zeit beträgt, so ist die Kraft, welche auf die Mittheilung des Anstoßes zur Bewegung verwandt werden muß, 30mal so groß, als wenn der Körper, einmal in Bewegung versetzt, den ganzen Raum in gleichmäßiger Bewegung durchliefe.

Es ist nun klar, daß die Blutbewegung im Falle, daß die Arterien starr wären, sich der letzteren Bewegungsweise weit mehr annähern würde, während die Elasticität der Arterien es möglich macht, die Vortheile der gleichmäßigen Bewegung möglichst zu erreichen. So wie die Blutgefäße eingerichtet sind, ist die Kraft, welche die Bewegung des Blutes zu erzeugen hat, wahrscheinlich sehr gering im Verhältnisse zu der Kraft, welche auf die Ueberwindung der Widerstände zu berechnen ist.

Wären die Arterien aber starr, so würde sich diese Kraft bedeutend steigern, und außerdem, wie wir gesehen haben, die Widerstände sich in den Capillaren etwa verdreifachen.

Indem es also durch die Eigenschaften der Arterien, durch ihre Elasticität, unterstützt durch die röhrenförmige Ausdehnung und die Biegungen möglich wird, die alternirende Bewegungsweise von den Capillaren fern zu halten,

dienen diese Gefäße dem Circulationsapparate als Mittel zu sehr bedeutender Kraftersparung.

Man hat die Function der Elasticität der Arterien sehr zweckmäßig mit derjenigen des Windkessels an den Feuerspritzen verglichen. In beiden Fällen wird eine Flüssigkeit in Röhren in Bewegung gesetzt, welche mit einem elastischen Mittel so in Berührung gebracht ist, daß sie demselben, bei Verstärkung des bewegenden Druckes, einen Theil ihrer Bewegung mittheilen muß. Beim Windkessel geschieht dies unter der Form der Compression von Luft, bei den Arterien als Ausdehnung der elastischen Wände. In beiden Fällen muß das elastische Mittel nothwendig so lange nachgeben (stärker gespannt werden), als der Druck zunimmt, eben weil seine Anspannung vorher einem geringeren Druck entsprach. Durch dieses Nachgeben wird dem Wachsen des Druckes selbst eine Grenze gesetzt und es wird dasselbe um so mehr beschränkt, je nachgiebiger das elastische Mittel ist. Es würden die Arterien z. B. nicht mehr völlig ihren Zweck erfüllen, wenn ihre Wände sich verdickten, möchte diese Verdickung auch durchaus durch Ablagerung elastischer Substanz bewirkt sein. Sobald nun der Druck in der Flüssigkeit abnimmt (indem der Zufluß aufhört oder geringer wird, als der Abfluß), giebt die elastische Substanz die erhaltene Bewegung zurück, accommodirt ihre Spannung dem Drucke. — Eine ganz ähnliche und Vielen bekannte Wirkung wird beim Löthrohrblasen durch Muskelkraft hervorgebracht. Hier sollen die Muskeln, welche die Mundhöhle verengern, die Muskeln besonders, welche den Boden dieser Höhle bilden, und die Buccinatoren, während die Luft von der Lunge aus in den Mund getrieben wird, gerade um so viel nachgeben, daß die Tension der Luft in der Mundhöhle nicht zunimmt; in den Zwischenzeiten müssen sie sich um so viel zusammenziehen, daß eben diese Spannung nicht abnimmt.

Wir hätten nun, nach Erörterung dieser Function, durch welche die Arterien, ohne die auf das Blut wirkenden Kräfte zu vermehren, durch zweckmäßige Anwendung derselben doch eine große Ersparung möglich machen, zunächst die innere Structur der Arterien zu berücksichtigen, durch welche diese und andere Functionen derselben möglich werden.

Die Gewebe, welche uns hier besonders angehen, sind die contractile Faser und das elastische Gewebe. Zur Erkenntniß derselben führt die Untersuchung der Erscheinungen an der lebenden Arterie, Beobachtung, Zergliederung des todten Gefäßes und mikroskopisch-chemisches Studium.

Die Erscheinungen an der lebenden Arterie würden außer den Ausdehnungen und Zusammenziehungen, welche die Herzthätigkeit begleiten, und dem Pulse noch besonders diejenigen Zusammenziehungen sein, welche sich sowohl an der verletzten als unverletzten Arterie zeigen. Bei Arterienverletzung sind sie allgemein bekannt. Die Arterie zieht sich, durchschnitten, zurück, und verengert zugleich ihr Lumen. Diese Verengerung scheint oft weiter fort zu schreiten, als sich aus der bloßen Aufhebung des Blutdruckes, welcher die Arterie erweiterte, erklären lassen würde. Die Erscheinungen der nichtperiodischen Zusammenziehung an Arterien, besonders wie dieselben von Parry (in dem früher genannten Buche) beobachtet und beschrieben worden sind, vollenden dann aber den Beweis dessen, was man schon aus jenen folgern konnte. Hierher gehören: die Erscheinung der Entleerung der Arterien im Tode und ferner die Versuche über die Einwirkung verschiedener chemischer und physikalischer Agentien auf die lebende Arterie.

An der todten Arterie sind besonders merkwürdig und sehr leicht nachzuweisen die Erscheinungen einer bedeutenden Elasticität.

Die Zerlegung läßt in den Wänden der Arterie sogleich ein gelbliches faseriges, großentheils sprödes Gewebe erkennen. Man war eine Zeit lang, nachdem man die Wichtigkeit der elastischen Function erkannt hatte, noch unterstützt durch chemische Untersuchung, welche keinen Faserstoff in diesem Gewebe nachwies (Berzelius), geneigt, das elastische Gewebe als alleinigen Bestandtheil dieser Schicht anzusehen. Neuere mikroskopische Forschung hat den Uebergang der organischen Muskelfaser in solche Formen, wie sie neben dem elastischen Gewebe schon in den größeren Arterien vorkommen, in den kleineren vorherrschend werden, wahrscheinlich gemacht (Henle). —

Es ist nun zunächst zu untersuchen, in wie weit die rhythmische Ausdehnung und Zusammenziehung der Arterie das elastische Gewebe allein, oder auch das contractile mit in Anspruch nimmt, und wie man sich die Concurrenz des letzteren, wenn eine solche stattfindet, zu denken habe.

Es muß hier nämlich vor allen Dingen die Vorstellung einer herzartigen Wirkung dieser Faser zurückgewiesen werden. Wir haben einige Gründe dagegen schon zu Anfang dieser Abhandlung vorgebracht. Dahin gehörte namentlich die durchaus gleichmäßige Bewegung, mit welcher eine Arterie, nachdem sie unterbunden worden ist, ihr Blut durch die Capillaren entleert. Das Herz wirkt ganz anders. Ausgeschnitten aus dem Körper macht es noch eine Zeit lang rhythmische Bewegungen. Wenn man also die Arterien für herzartig wirkende Organe hält, so muß man doch schon auffallend finden, daß dieselben nie, nach Aufhören der Einwirkung des Herzens auch nur einen Augenblick noch rhythmische Bewegung zeigen. Außerdem widerspricht einer solchen Annahme durchaus die mikroskopische Beschaffenheit des contractilen Gewebes, welches mit der Muskelfaser des Herzens und der animalischen Muskeln keine Aehnlichkeit hat. Schon in den Muskelfasern der Gedärme zeigt sich eine gewisse Langsamkeit der Zusammenziehung und diese nimmt zu bei den noch tiefer stehenden contractilen Gebilden: Haut, Dartos u. s. w., wohin denn auch die Arterien gehören. Diese langsame Zusammenziehung läßt sich an denselben denn auch nachweisen.

Bei diesen verschiedenen Gründen, bei der Einfachheit, mit welcher sich die rhythmische Thätigkeit der Arterien als bloß elastische Function begreifen läßt, ist man wohl berechtigt, die Vorstellung als ganz unbegründet bei Seite zu setzen, daß die contractile Faser der Arterien abwechselnd erschlaffe und sich zusammenziehe.

Dagegen läßt es sich vernünftiger Weise vorstellen, daß dieses Gewebe im normalen Zustande sich immer in einer gewissen Spannung befindet, und in diesem Zustande zu den rhythmischen Contractionen der Arterie beiträgt. Diese Annahme wird, bei den Vorstellungen, welche wir von dem Ruhezustande contractiler Gewebe überhaupt haben, nicht befremdend sein können. Sie ist außerdem für alle die Fälle, in welchen man beobachtet, daß Gefäße aus dem Ruhezustande in den der Erweiterung übergehen, die einzig mögliche Erklärung, wenn man nicht die active Expansion annimmt (wovon weiter unten).

Um die Vorstellung, welche wir bestritten haben, von derjenigen, welche uns plausibel scheint, scharf zu sondern, können wir, als etwas bei den contractilen Geweben überhaupt wesentlich von der Contraction zu Unterscheidendes, die elastische Reaction dieser Gewebe aufstellen. Ein einfaches Beispiel wird diese Distinction erklären. Wenn man einen Finger durch

Spannung der Muskeln krümmt und dann gegen die Oberfläche von dessen Spitze rasch hinter einander Stöße wirken läßt, so wird dieser Finger in eine Bewegung, in ein dauerndes Vor- und Rückwärtsgehen versetzt werden. Dabei hat man durchaus nicht nöthig, bei jedem Nachlassen des Druckes, welcher den Finger zurücktrieb, die Muskeln dieses Fingers auf's Neue zur Contraction zu determiniren, um ihn sich wieder vorwärts bewegen zu lassen. Sondern durch den anhaltenden Einfluß des Willens wird in solchem Falle der Muskel in einer Spannung erhalten, bei welcher er sich elastisch erweis't.

Auf ähnliche Weise denken wir uns das contractile Gewebe der Arterien bei den rhythmischen Bewegungen der Arterien, neben dem elastischen Gewebe ebenfalls als elastisches Mittel wirkend. In der That scheint keine andere Vorstellungsweise möglich zu sein, wenn man sich nicht dieses Gewebe als für gewöhnlich in erschlafftem Zustande befindlich, vorstellen will. Ist es gespannt, so wird es dieser Spannung zuwider ausgedehnt und muß durch dieselbe elastisch zurückwirken.

Man dürfte vielleicht hoffen, über den Antheil, welchen dieses contractile Gewebe an dem normalen Zustande der Arterien hat, durch ein Experiment Aufschluß zu erhalten, dessen Principien sehr einfach sind. Wenn eine gewisse Spannung des contractilen Gewebes im Leben normal stattfindet, so müssen die Arterien nothwendig nach dem Tode, wo nur das elastische Gewebe noch wirken kann, durch denselben Druck, welchen das Blut im Leben in ihnen ausübte, stärker ausgedehnt werden, als sie im Leben waren. Man hätte also an einem lebenden Thiere an einem Arterienstücke die nöthigen Messungen des Umfanges zu machen, die Bestimmung des Blutdruckes von einer nahe liegenden Arterie vorzunehmen und dann nach dem Tode (und dem Aufhören des rigor mortis) durch denselben Druck eine Flüssigkeit in das Gefäß einzutreiben und abermals die Messungen vorzunehmen. Wären jetzt die Dimensionen vergrößert, so wäre es klar, daß der Zustand, bei welchem die Messungen während des Lebens vorgenommen wurden, von der contractilen Faser mitbedingt war. Eine Einwendung liegt aber darin, daß man nicht wohl, und vielleicht besonders bei warmblütigen Thieren nicht, an einer bloßgelegten Arterie einige Zeit solche Operationen vornehmen kann, wie sie hier nöthig sein würden, ohne die Vermuthung zu begründen, daß dieselbe sich etwas zusammengezogen habe, man also nicht den gewöhnlichen Zustand, sondern den einer erst angeregten Thätigkeit untersucht habe.

Eine Erledigung dieser Frage ist nun auch nicht in den vortrefflichen Untersuchungen von Parry zu finden. Derselbe bestimmte den Umfang bloßgelegter Arterien. Er fand, daß derselbe bei längere Zeit entblößten Arterien gewöhnlich abnahm. Diese Abnahme fand nicht immer über das ganze bloßgelegte Stück Statt. Dies beweis't völlig scharf das Vorhandensein, die Thätigkeit der contractilen Faser, da bei einer partiellen Contraction die ohnehin willkürliche Annahme, ein Sinken des Druckes in der Arterie sei Ursache der Zusammenziehung, nicht statthaben kann. Wo ein Sinken des Druckes die ausgedehnte Contraction der Arterien begleitet, kann man auch die elastische Faser als Ursache ansehen.

In dieser einfachsten Beobachtung haben wir dann aber den Maßstab zur Beurtheilung der merkwürdigen Erscheinungen, welche beim Verbluten eines Thieres eintreten. Hier ziehen sich die Arterien bis zu einem Maximum der Contraction allmälig zusammen und dehnen sich dann etwas wieder aus. Das Maximum tritt ungefähr mit dem Tode ein. — Wenn wir nun

eben vorhin gesehen haben, wie die Spannung des contractilen Gewebes sich leicht selbstständig steigert, so daß die Arterie sich bei gleichbleibendem Drucke verengert, so werden wir auch hier eine Unvorsichtigkeit vermeiden, welche in der Deutung der letzteren Experimente vorgekommen zu sein scheint. Man hat sich nämlich vorgestellt, daß das Maximum der Contraction ein Maß geben könne für die Spannung, in welcher sich die contractile Faser während des Lebens befunden habe. Man hat sich vorgestellt, daß man dieser Spannung nur den Widerstand zu nehmen habe, um sogleich die beobachtete Verengerung zu bewirken. Es ist aber wohl sehr wahrscheinlich, daß bei der Verblutung eine Vermehrung der Spannung stattfindet, d. h. daß eine vermehrte Thätigkeit der Nerven des contractilen Gewebes bei diesen Erscheinungen wesentlich ist.

Jedenfalls ist es aber sehr interessant, daß die contractile Faser, ohne Unterstützung des elastischen Gewebes, ja selbst gegen das elastische Gewebe wirkend, eine so bedeutende Verengerung selbst an großen Arterien hervorbringen kann. Diese Erscheinung ist das Einzige, was uns bis jetzt einen positiven Anhaltspunkt für die Erklärung der Leerheit der Arterien nach dem Tode giebt.

Ein Weiteres über die Contractilität der Gefäße, die betreffenden Experimente, die Bedeutung der Gefäßcontraction bei den besonderen Functionen der Capillargefäße.

Vom Pulse. Durch die Tastorgane nehmen wir bei gewissen Arten einen Finger an oder in die Nähe einer Arterie zu appliciren, rhythmische Stöße wahr, welche von dem Gefäße ausgehen, und sich einander in gleichen Zeitverhältnissen, wie die Herzstöße, folgen. Da wir in dem Bau und der Physiologie der Arterien durchaus keine Möglichkeit erkennen, daß eine solche Erscheinung durch eine Selbstthätigkeit der Arterie bewirkt würde, da es dagegen augenfällig ist, daß dieselbe durch den Stoß bewirkt werden möge, welche das Herz bei der Systole dem arteriellen Blute ertheilt, so ist zunächst das Zeitverhältniß zu ermitteln, in welchem jeder dieser Stöße zur Systole des Herzens steht. Bei einer Untersuchung dieser Art darf man sich eine Schwierigkeit nicht verhehlen, welche in der Natur des Tastsinnes liegt, daß man nämlich sehr geneigt ist, von zwei verschieden starken Eindrücken, deren Zeitfolge man mittelst des Tastsinnes zu erforschen sucht, den stärkeren als den früheren sich vorzustellen. Indessen ist dies theils durch Uebung zu überwinden, theils erhält das Urtheil, daß der Puls etwas vom Herzen aus sich Fortpflanzendes ist, seine leichte Bestätigung in Untersuchungen, welche man an selbst beschränkten Erstreckungen einer Arterie anstellen kann. Wenn es sich hier leicht herausstellt, daß der Puls immer in der Richtung vom Herzen gegen die Capillaren fortschreitet, so ist es wohl anzunehmen, daß dasselbe auch an allen der Untersuchung weniger zugänglichen Stellen stattfinden muß. So kann schon die kleine Strecke, in welcher die Radialarterie zum Fühlen des Pulses bequem liegt, zur Ermittelung der wichtigen Wahrheit, daß der Puls nicht an allen Stellen der Arterien gleichzeitig ist, daß er an dieser Stelle, so wie an einigen anderen, an welchen die Arterien oberflächlich genug zur Untersuchung liegen, nicht bloß fortschreitend, sondern stets in der Richtung vom Herzen aus fortschreitend ist. Legt man drei Fingerspitzen neben einander auf die Radialarterie, so erkennt man mit geringer Uebung sogleich das Fortbewegen unter den Fingern. Drückt man einen einzelnen Finger allmälig fester auf die Arterie, so schlägt endlich der Puls entschieden nur an der dem Herzen zugekehrten Seite dieses Fingers an.

Drückt man einen Finger auf diese Weise an und untersucht gleichzeitig mit einem andern die Arterie oberhalb der comprimirten Stelle, so fühlt letzterer den Puls sehr deutlich. Wird dagegen der andere Finger unterhalb der comprimirten Stelle angedrückt, so fühlt er einen schwächeren Puls, welcher von den Anastomosen herrührt und deßhalb hier ein rückschreitender sein muß. Lege ich zwei Fingerspitzen unterhalb der comprimirten Stelle an, so scheint es mir, als ob die rückschreitende Richtung dieses Pulses auch noch unmittelbar zu erkennen wäre. Aehnlichen Dienst, wie die Application von drei Fingerspitzen neben einander, leistet auch die Application der Volarfläche des Nagelgliedes eines Fingers der Länge nach auf den Verlauf der Arterie. Man wird hier aber die Erscheinung deutlicher finden, wenn die Fingerspitze dem Herzen zugekehrt ist, als wenn sie ihre Richtung nach der Hand hin hat. Es liegt dies in der größeren Empfindlichkeit der Fingerspitze und der Versuch würde unzuverlässig sein, wenn man ihn auf diese Weise allein anstellte.

Genauere Untersuchungen, als diese, haben uns nun selbst bestimmte Zeitangaben über die Fortschreitung gewährt. E. H. Weber hat den Puls an den vom Herzen entfernten Körpertheilen bis zu $1/6$ Secunde später eintretend gefunden, als an den näheren.

Durch die Feststellung der Nichtgleichzeitigkeit des Pulses wird es erst möglich, einen Begriff seiner Ursachen und Natur zu bekommen. Es ist hier so wenig, wie überhaupt in dieser Abhandlung, die Absicht, solche Ansichten zu bestreiten, welche nur noch als Anachronismen heutiges Tages auftreten, falls dieselben nicht eine bedeutende Ausbreitung haben. Deßhalb ist hier nur zu bemerken, daß der Puls auch in todten Arterien bewirkt wird, in welche man das Blut aus den Arterien eines lebenden Thieres leitet. Der Puls ist also nicht bedingt durch eine sog. lebendige Thätigkeit der Arterien, derselbe beruht nur auf ihrem Zustande. Dieser kann nun allerdings, wie wir wissen, durch Selbstthätigkeit der Arterie geändert werden und somit auch der Puls. Dies ist aber auch die einzige Form, unter welcher die Thätigkeit der Arterie (des contractilen Gewebes) in Beziehung zum Pulse tritt.

Nehmen wir eine gewisse Spannung der Arterie als gegeben an, so ist die Systole des Herzens, durch die Erschütterung, welche sie an der Arterie beim Hineintreiben des Blutes bewirkt, die Ursache des Pulses. Der Puls wird als eine, an einem elastischen gespannten Mittel verlaufende Welle betrachtet. Da diese Erscheinung als ein so richtiges objectives Erkenntnißmittel in der Krankheitserkennung angewandt wird, so ist es nothwendig, die Vorstellungen vom Pulse möglichst von den verkehrten Begriffen zu befreien, mit welchen dieselben bei so außerordentlich vielen Aerzten umgeben sind.

Es ist aber namentlich eine sehr allgemein herrschende Vorstellung, daß man aus der Stärke der Pulsschläge direct auf die Blutbewegung schließen könnte. Nichts ist gewöhnlicher als die Phrase in Krankheitsbeschreibungen, daß man aus dem stürmischen Pulsiren irgend einer Arterie den Andrang des Blutes zu dem betreffenden Organe erkannt habe. Hierbei liegt überall gar keine vernünftige Vorstellung vom Kreislaufe und Pulse zum Grunde, und es ist sehr leicht, sich im Gegentheil vorzustellen, daß ein Puls ohne alle Fortrückung des Blutes in den Gefäßen stattfinde. Um den Begriff des Pulses als einer Welle möglichst rein aufzufassen, muß man sich erinnern, wie eine Welle, an der Oberfläche einer Flüssigkeit erregt, auf der Oberfläche dieser Flüssigkeit fortschreitet, dabei die Partikeln der Flüssigkeit in eine verticale Schwankung versetzt, ohne daß damit irgend eine bleibende

Verrückung im horizontalen Sinne nothwendig verbunden wäre. Findet während einer solchen Wellenbewegung ein Fortschreiten der Flüssigkeit aus anderen Ursachen Statt, so ist das doch nur ein gleichzeitiges Phänomen, welches gar keinen wesentlichen Einfluß auf die Wellenbewegung hat oder von ihr erleidet. Denken wir uns nun das Blut in den Arterien, bei einer gewissen Spannung derselben, plötzlich durch Verschließung sämmtlicher Capillaren abgeschlossen, so daß die Spannung sich nicht verlieren kann. Denken wir ferner, daß nun das Herz sich einmal zusammenzieht, daß aber die Quantität Blut, welche dadurch in die Arterien gelangt, nicht in denselben bliebe, sondern wieder in das Herz zurücksänke. Dann hätten wir an den Arterien einen Puls, bei welchem am Ende jedes Bluttheilchen wieder an derselben Stelle in Ruhe kommen würde, welche es vorher einnahm.

Der Puls, als eine Welle, ist nothwendig eine ringförmige Erweiterung der Arterie, mag die Lumensänderung des Gefäßes dabei auch noch so gering sein.

Ich muß hier nun aber gestehen, zweifelhaft geblieben zu sein, inwiefern diese Erweiterung zusammentrifft mit derjenigen, von welcher schon oben gespochen wurde, mit der Erweiterung, welche, ebenfalls vom Herzen aus fortschreitend, durch die Vertheilung des bei der Systole in die Arterien gelangten Blutes bedingt wird; daß dieses häufig so angenommen wird, ist klar. Die Versuche, eine Ausdehnung der Arterien zu bestimmen, wie der oben erwähnte von Poiseuille, werden auf den Puls bezogen, oder als gleichbedeutend auf die durch die Arterien zu vertheilende Quantität Blut. Daß die Schnelligkeit, mit welcher das eine und das andere Phänomen sich verbreitet, von der Spannung der Arterien abhängt, ist ebenfalls einleuchtend. Darüber aber, inwiefern dieselben unter sich in nothwendiger Verbindung stehen, muß ich meine Unwissenheit gestehen, und habe es deßhalb vorgezogen, die Besprechung des Pulses ganz von der früheren über Ausdehnung und Zusammenziehung der Arterien zu sondern.

Dieser Zweifel bedingt indeß durchaus keine Schwierigkeit in der weiteren Verhandlung über die Eigenschaften des Pulses. Diese hängen von dem Zustande der Arterien und der Thätigkeit des Herzens ab. Der Zustand der Arterien kann aber theils sich selbstständig ändern, theils läßt sich derselbe als durch Thätigkeit der Capillargefäße (Mehrung oder Minderung der Widerstände) oder des Herzens bedingt denken.

Die Stimmung des Nervensystemes, die Qualität und Quantität des Blutes können als primäre, entferntere Ursachen wirken. Sie haben aber nur insofern Einfluß, als sie die oben genannten Momente bestimmen. Es könnte z. B. die Quantität des Blutes noch so sehr verändert sein, der Puls würde durchaus derselbe bleiben, wenn weder Herzthätigkeit noch Spannung der Arterien und Capillaren sich änderten.

Die Schnelligkeit, mit welcher der Puls sich fortpflanzt, hängt ganz besonders von der Spannung der Arterie ab. Die Extreme der Langsamkeit und Geschwindigkeit der Fortpflanzung von Wellen lassen sich in idealen Fällen denken. Die größte Langsamkeit der Wellenbewegung würde sich cett. paribb. an einer Flüssigkeit finden, welche, durchaus nicht mit festen Körpern in Berührung, frei schwebte. Eine Annäherung davon haben wir in der Bewegung von Wellen an der freien Oberfläche eines Gewässers und um so mehr, je tiefer dasselbe ist. Der Fall der größten Geschwindigkeit dagegen würde stattfinden, wenn eine Flüssigkeit in absolut starre Wände, denen sie gar keine Bewegung mittheilen könnte, eingeschlossen wäre. Die

Wellen würden dann nur Verdichtungswellen sein können und mit der Geschwindigkeit des Schalles sich bewegen.

Es läßt sich hieraus folgern, daß die Geschwindigkeit der Fortschreitung des Pulses mit der Spannung der Arterien zunehmen muß. Eine Arterie, welche schon durch einen bedeutenden Druck erweitert ist, kann sich durch ein gewisses Plus von Druck, welches bei der Systole des Herzens hinzukommt, nicht ebenso leicht ausdehnen lassen, als eine weniger gespannte Arterie durch das gleiche Plus. Die erstere nähert sich mehr einer starren Wand an.

Es ist denkbar, daß auch ohne Verschiedenheit des Druckes doch eine Verschiedenheit in der Geschwindigkeit, mit welcher der Puls sich fortpflanzt, entstehen kann. Wenn das contractile Gewebe einer Arterie in einen höheren Contractionsgrad übergeht, so ist der Druck derselben gegen das Blut deßhalb nur so lange vermehrt, als die Verengerung im Fortschreiten begriffen ist. Sobald ein Zustand der Ruhe mit Verengerung ausgebildet ist, bleibt der Druck wieder, wie er zuvor war. Dessenungeachtet könnte wohl unter solchen Umständen die Arterie weniger elastisch sein, als bei geringerer Anstrengung der contractilen Faser. Eine solche Vermehrung der Starrheit könnte dann ebenfalls ein rascheres Verlaufen des Pulses bedingen.

Ein Theil der verschiedenen Erscheinungsweisen des Pulses rührt nun ohne Zweifel schon von der bloßen Verschiedenheit der Geschwindigkeit her, mit welcher die Welle unter dem Finger fortgleitet. Kann diese, wie wir die Vermuthung aufgestellt haben, auf verschiedene Weise verändert werden, so würden daraus ganz besonders verschiedene Formen des Pulses hervorgehen.

Die ganze Anzahl der vernünftiger Weise zu unterscheidenden Pulsarten würde nun aber auf ihre Ursachen zurückzuführen sein durch die verschiedenen Combinationen der Herzthätigkeit mit den Zuständen der Arterien. Außer den eigentlich unregelmäßigen Pulsarten, bei welchen entweder die Succession der Pulse in der Zeit nicht in gleichen Zwischenräumen geschieht, oder die Stärke der aufeinander folgenden Schläge nicht gleich ist oder Unordnungen beider Art sich mit einander verbinden, können die Pulse von Seiten des Herzens durch drei Abänderungen der Herzthätigkeit modificirt werden. Diese sind: die Zeiträume, in welchen die Pulse auf einander folgen; die Zeit, binnen welcher das Herz bei der einzelnen Systole sich von Blut entleert und die Quantität Blutes, welche von jeder einzelnen Zusammenziehung ausgestoßen wird.

Außer diesem directen Verhältniß ist das Herz nun aber noch zu berücksichtigen, insofern dasselbe in Gegenwirkung der Widerstände, namentlich der Capillaren, die Spannung der Arterien bedingt. Ist ein gewisser Zustand der Capillaren gesetzt, so hängt, wie wir wissen, die Spannung der Arterien (der in denselben stattfindende Druck) durchaus nicht von einer der drei oben genannten Modificationen der Herzthätigkeit ab, sondern von dem Verhältnisse zweier derselben, der Frequenz und des jedesmal entleerten Quantums. Aus dem Resultate dieser beiden geht für einen gewissen Zustand der Capillaren eine gewisse Geschwindigkeit, hieraus eine gewisse Summe der Widerstände und ein bestimmter Druck in den Arterien hervor.

Aber nur für einen bestimmten Zustand der Capillargefäße kann das Resultat dasselbe bleiben. Die selbstständigen Aenderungen der Capillargefäße geben uns die Möglichkeit, daß die Spannung der Arterien bei gleichbleiben-

der Herzthätigkeit sich ändert, daß sie bei veränderter Herzthätigkeit sich nur unwesentlich ändert, so wie denn auch Veränderungen beider in gleichem Sinne wirkend gedacht werden können.

Es ist zu bedenken, daß auch locale Veränderungen des Pulses aus den hier genannten Momenten hervorgehen können. Wenn sich die Stimmung des contractilen Gewebes in einzelnen Arterien ändert, so wird dieses der Fall sein können, so wie auch Vorgänge in den Capillargefäßen (wovon weiterhin) locale Pulsänderungen bedingen können. —

Wenn in dem Vorhergehenden auf die denkbaren Combinationen aufmerksam gemacht werden sollte, welche Veränderungen des Pulses bewirken können, so ist nicht gemeint, daß dieselben alle in der Wirklichkeit vorkommen sollen. Von manchen derselben ist es aber nicht zu bezweifeln und es ist sehr leicht begreiflich, daß eine Erscheinung, welche von so wichtigen Factoren abhängt, einer treuen Beobachtung die bedeutendsten Erkenntnißmittel des Körperzustandes hat gewähren können. Fruchtbar für eine tiefere Erkenntniß der Krankheiten kann die Untersuchung des Pulses aber werden, wenn klare Begriffe über die Ursachen seiner Veränderungen sich allgemeiner geltend machen. Eine sehr verbreitete Vorstellungsweise über die Erkenntniß der Geschwindigkeit der Blutbewegung aus dem Pulse habe ich schon früher als Beweis angeführt, wie sehr häufig die ungesundesten Begriffe in dieser Beziehung sind.

Wie man aus elastischen Röhren von verschiedener Stärke (Starrheit), verbunden mit feinen Abflußmündungen von veränderlicher Weite und einer Pumpe, welche Flüssigkeit durch diesen Apparat treibt und ihn spannt, sich ein Instrument herrichten kann, um Pulse verschiedener Art zu produciren, ist einleuchtend. Nur würden bei einem zu kurzen Rohre und unpassender Form des Endes derselben wohl leicht rücklaufende Wellen entstehen.

Zum Beschlusse dieser Erörterung sei es nur noch bemerkt, daß man die hin und wieder vorkommende Bemerkung von aussetzendem Arterienpulse ohne Aussetzen der Herzthätigkeit wohl in vielen Fällen richtig daraus erklärt, daß einzelne schwache Pulsschläge nicht bemerkt wurden. Ein unzweifelhaftes Beispiel dieser Art habe ich selbst beobachtet und es war ein sehr ausgezeichneter Arzt, welcher diesen Beobachtungsfehler beging. Man muß dabei namentlich berücksichtigen, daß die Stärke, mit welcher das Herz an die Brustwand schlägt, ja durchaus kein Maß für die Stärke des Pulses abgiebt. Je weniger Blut das Herz ausstößt, desto schwächer muß cett. paribb. der Puls werden. Der Anschlag des Herzens scheint dagegen auf der Form zu beruhen, welche das Herz bei der Contraction annimmt. S k o d a ' s Ansicht (nach welcher allerdings ein genaues Verhältniß zwischen Quantität des ausgeleerten Blutes, so wie Raschheit dieser Entleerung einerseits und Stärke des Herzstoßes andererseits stattfinden müßte) halte ich zwar durchaus nicht, wie so Viele, für widerlegt durch physikalisches Räsonnement. Vielmehr haben sich alle Gegner, welche ihn von dieser Seite angegriffen haben, Mißverständnisse zu Schulden kommen lassen. Wenn aber, nach V a l e n t i n, das Herz noch dieselben Bewegungen zeigt, nachdem seine Spitze geöffnet ist, so läßt sich freilich die S k o d a ' sche Ansicht nicht halten.

Einwirkung der Capillargefäße auf die Circulation.

Wir glauben zur Genüge dargethan zu haben, daß die Erzielung des Kreislaufes durch den Druck in den Arterien hinreichende Wahrscheinlichkeit hat, um das Vorurtheil: es m ü s s e noch andere Kräfte geben, welche die Be-

wegung des Blutes wesentlich unterstützten, als ein unwissenschaftliches und auf Mißverständnissen beruhendes hinzustellen. Keineswegs aber haben wir es unternommen, einen Beweis zu führen, daß jener Druck und die Bewegung, welche durch denselben bewirkt sein kann, erkennbarer Weise in einem so nothwendigen Verhältnisse zu einander stehen, daß man die Einwirkung irgend eines andern fördernden Agens auf den Kreislauf von vornherein für unwahrscheinlich erklären könnte, weil jene Kraft und jener Effect in einem erkennbar einfachen Verhältnisse zu einander ständen, einander gerade entsprächen. Aber freilich fehlt es durchaus an Nachweisung irgend eines Agens, welches wesentlich den Kreislauf unterstützen könnte, und es fehlt ebenso an vorurtheilsfreien Beobachtungen über Erscheinungen der Blutbewegung, welche auf die Einwirkung einer solchen Kraft hinweisen. Im Gegentheil weisen alle genauen Untersuchungen auf den Druck in den Arterien als einzige bewirkende Ursache des Kreislaufes hin. Es ist völlig klar, daß alle Annahmen von unterstützenden Kräften nur dadurch bei ihren Bekennern einiges Gewicht haben konnten, daß dieselben von dem Vorurtheil ausgingen, es müsse dergleichen Unterstützung der Blutbewegung geben.

So würde es also ein überflüssiges Unternehmen sein, dergleichen Hypothesen hier kritisiren, oder auch nur die zur Widerlegung derselben angestellten Versuche anführen zu wollen. Bekannt ist es, daß namentlich Poiseuille hier sich Verdienste erworben [1]) und das Experiment, welches ich als das bedeutendste für diese Frage ansehen möchte, rührt ebenfalls von demselben her. Dieser, mir durch Magendie [2]) bekannt gewordene Versuch, von welchem noch weiterhin die Rede sein wird, kann in seinen einfachen Bedingungen als ein eigentlicher Fundamentalversuch für die Theorie des Kreislaufes gelten, und ich halte es für nothwendig, auf diesen Versuch um so mehr aufmerksam zu machen, als in jenen Vorlesungen, welche so vieles physikalisch Unrichtige, Halbverstandene enthalten, auch die Bedeutung dieses Versuches durchaus nicht klar aufgefaßt ist. Der Versuch besteht darin, daß man den Blutdruck an den Arterien eines Thieres bestimmt und dann an einem Schenkel die Blutbewegung durch die Venen vermittelst Umschnürung hemmt und eine Vene zur Anbringung des Blutdruckmessers öffnet. Da dieselbe hierdurch geschlossen ist, so stockt jetzt das Blut in dem ganzen Gliede. Wenn man nun findet, daß der Druck, welchen man an der Vene findet (nachdem derselbe constant geworden ist), in einem ganz bestimmten einfachen Verhältnisse zu dem Drucke in den Arterien steht, so wird man in der That schwer finden anzunehmen, daß die Bewegung des Blutes durch die Haargefäße durch andere Kräfte, als jenen Druck, bedingt wird. —

Wenn also hier von Einwirkung der Capillargefäße auf die Blutbewegung gesprochen werden soll, so ist dies durchaus nur so zu verstehen, daß die Capillargefäße die Größe ihres Lumens zu ändern und dadurch die Widerstände und was weiter davon abhängt, zu modificiren vermögen. Bewegungen an den Capillaren sind unzweifelhaft, Verengerung und Erweiterung sind von vielen Beobachtern wahrgenommen. Aber nie ist eine zuverlässige Beobachtung gemacht worden, nach welcher die Bewegungen der Capillargefäße als Beförderungsmittel des Kreislaufes im Allgemeinen erschienen. Weder die Art dieser Zusammenziehungen, noch die Zeitverhältnisse derselben lassen eine solche Deutung zu.

Dagegen hat der Zustand der Capillargefäße den entscheidenden Einfluß

---

[1]) Vgl. Müller's Arch. 1834.

[2]) Leçons sur les phén. phys. de la vie. Tom III. p. 181.

auf die Masse Blutes, welche sich zu einer Zeit in einem Organe befindet, und es bedingen Veränderungen dieses Zustandes zugleich Veränderungen in der Schnelligkeit der Blutbewegung. Von den Beobachtungen, welche die Veränderungen der Capacität der feinsten Gefäße beweisen, bleiben nach der strengsten Kritik noch hinreichend viele übrig, um diese Processe als zweifellos zu betrachten. Es ist aber nicht lange her, daß die damals gerechten Zweifel an dem Vorhandensein contractiler Elemente in den Arterien, die deutlich gewordene Erkenntniß, daß die beständigen Thätigkeiten der Arterien beim Kreislauf sich aus der elastischen Beschaffenheit dieser Gefäße begreifen ließen, dahin geführt hatten, auch bei den Capillaren die Contractilität als etwas Unsicheres zu betrachten. Es gab in der That eine große Anzahl von Versuchen, deren Gültigkeit sich leicht in Zweifel ziehen, ja widerlegen ließ. Ohne Zweifel waren manche Zusammenziehungen von Gefäßen, welche als Beweise der Contractilität angesehen waren, durch nicht vitale Kräfte verursacht. Vertrocknung der Gefäße durch Schwefelsäure und ähnliche Ursachen kann keine vitale Zusammenziehung beweisen und es war denkbar, daß bei einigen anderen Versuchen Endosmose oder Exosmose eine Rolle gespielt hatte. So konnte man dahin kommen, die Congestion lieber durch vermehrte Anziehung des Blutes zu den Geweben der Organe, als durch eine im Bau der Gefäße begründete Ausdehnung der Capillaren zu erklären, wenn auch unter vielen nicht beweisenden schon einige Beobachtungen vorlagen, welche die Contractilität wahrscheinlich machten [1]. Als den wichtigsten Schritt zur Veränderung dieser Anschauungsweise müssen wir mit J. Müller die mehr unmittelbare Beobachtung der Einwirkung von Kälte auf Zusammenziehung von Gefäßen betrachten. Schwann und nach ihm Andere [2]) haben unter Anwendung von kaltem Wasser Zusammenziehung von Arterien und feineren Gefäßen sich ausbilden sehen. Diese Versuche erleiden keine Einwendung. Hier kann weder Trockniß eingewirkt, noch kann hier etwa Endosmose einen Einfluß gehabt haben. Diese konnte hier höchstens in entgegengesetztem Sinne wirken, durch Uebergang von Wasser in die Gefäße. Ist durch ein einziges vorwurfsfreies Experiment ein fester Standpunkt in dieser Frage gewonnen, so wird man nicht anstehen, manche der wichtigsten Erscheinungen nun als Folgen und Bestätigung der vitalen Thätigkeiten der Capillargefäße geltend zu machen.

Als weiteres Ausbildungsmoment der Kenntniß der Physiologie der Capillaren können dann aber ganz besonders die mikroskopischen Untersuchungen über den Bau derselben gelten. Diese Untersuchungen haben nicht allein dahin geführt, daß ein Jeder sich nun leicht mit eigenen Augen von dem Vorhandensein der selbstständigen Wandung der feinsten Gefäße überzeugen kann [3]), sondern man hat noch bei Gefäßen, welche schon dem Capillarbezirke angehören, einen zusammengesetzten Bau nachgewiesen. Henle, dessen Arbeiten hier besonders zu nennen sind, fand den einfachsten Bau der Capillargefäße nicht leicht bei Gefäßen von mehr als 0,005''' Durchmesser.

Der Stand unserer Kenntnisse über die Thätigkeiten der Gefäße muß hier mit einigen Worten bezeichnet werden. Es ist besonders als ein Frage-

---

[1]) Vgl. besonders Wedemeyer, Untersuchungen über den Kreislauf.

[2]) Vgl. Poiseuille in den Comptes rendus des séances de l'Ac. 1839. Septbre. p. 327.

[3]) Die von Henle vorgeschlagene Methode, dieselben aus der Retina durch gelinde Maceration zu isoliren, ist höchst bequem.

punkt zu betrachten, ob die Gefäße die Eigenschaft haben, sich selbstthätig auszudehnen, oder ob sie sich nur zusammenziehen können, und alle Ausdehnung derselben nur Folge eines nachlassenden Widerstandes ist. Wir haben schon bei der Physiologie der Arterien den Gegenstand berührt. Wenn die Beobachtungen feststehen, und man kann es kaum bezweifeln, daß die feineren Gefäße sich in Folge irgend einer Einwirkung häufig erweitern, entweder ohne vorgängige Verengerung oder nach einer solchen, in der Erweiterung aber auch den Umfang überschreitend, welchen sie vor der Verengerung im Zustande der scheinbaren Ruhe hatten, so haben wir nur die Wahl, entweder ein selbstständiges Expansionsvermögen der Gefäße anzunehmen oder sie uns in ihrem gewöhnlichen Zustande als beständig etwas contrahirt zu denken. Da nun letztere Annahme unseren Vorstellungen von der Thätigkeit contractiler Gewebe nicht widerspricht, da sich etwas Aehnliches z. B. auch in der Cutis annehmen ließe und da expansive Gewebe bis jetzt durchaus nicht bekannt sind, so verdient letztere Annahme wohl vorzüglich unsere Aufmerksamkeit. Freilich muß man zugestehen, daß der letztere Grund keineswegs als ein beweisender betrachtet werden kann. Aber, was man bis jetzt an positivem Grunde gegen die Annahme der bloß contractilen Thätigkeit beigebracht hat, ist so schwach, daß uns die active Expansion doch noch das weniger Wahrscheinliche zu sein scheint. Ohne weiter uns auf eine Kritik des Begriffes von Reiz einlassen zu können, dürfen wir doch wohl behaupten, daß es übereilt ist, eine Expansion der Gefäße als activ zu betrachten, weil sie in Folge einer Einwirkung eintritt, welche man beliebt hat, in die Kategorie der Reize zu bringen. Noch viel weniger können wir einstimmen, wenn man auf die Beobachtung hin, daß auf einen sogenannten Reiz nur eine kurzdauernde Zusammenziehung und bald darauf eine Ausdehnung eintritt, es unwahrscheinlich finden will, daß so rasch eine Erschlaffung nach einem Reize einträte. Wenn man bei Bildung eines Urtheils über die Fähigkeiten der Gefäße es bei Seite setzen will, daß wir außerdem keine activen Ausdehnungen im Körper kennen, so sollte man sich wenigstens nicht an andere, so viel schwächere Analogien, halten wollen. Wenn in anderen Geweben uns nach denselben oder gar anderen Einflüssen dauerndere Contractionen erscheinen, so soll es also in den Gefäßen sich genau ebenso verhalten. Weil z. B. Jemand zum Zorn gereizt wird, so soll die Congestion, welche dabei im Kopfe, Gesicht, stattfindet, nicht Folge einer Erschlaffung sein können! Es fehlt doch eben nicht an Beispielen, daß erhöhete Thätigkeit eines Theiles sich normal mit Sinken der Thätigkeit eines andern verbindet. So würde es auch zu erklären sein, wenn bei Schreck die Muskeln schlaff, die Capillaren der Cutis aber contrahirt werden. Weil man die Erschlaffung der Gefäße eine temporäre Lähmung nennen könnte, Lähmung aber an anderen Geweben und unter anderen Verhältnissen eine Krankheit ist, so will man es wahrscheinlicher finden, daß die Gefäße sich activ erweitern, als daß sie bei gesundem Zustande so leicht erschlaffen. Hier scheint bei Einigen der sonst so ziemlich antiquirte Begriff von der Entzündung oder Congestion, als Steigerung der Lebensthätigkeit, noch einigen Einfluß zu üben. — Mehr Gewicht könnte vielleicht die Hypothese der activen Erweiterung durch die Erection bekommen, welche sich allerdings nicht wohl aus einer bloßen Erschlaffung der Gefäße, selbst wenn diese durch Contraction oder Compression der Venen unterstützt sein sollte, begreifen läßt.

So wenig nun diese Frage eine befriedigende Lösung bis jetzt erlaubt, so wenig sind auch einige andere wesentliche Punkte jetzt schon zur Erledigung auch nur einigermaßen reif. Es fehlt an Erfahrungen über die Wirkungsweise

der verschiedenen Agentien und über das Verhältniß des contractilen Gefäßgewebes zu den Nerven. Die Kenntniß der Agentien, welche Zusammenziehung der Gefäße bewirken, ist noch so wenig wissenschaftlich bearbeitet, daß die Wirkung der allereinfachsten, welche vor allen Dingen zu erforschen wären, noch nicht einmal richtig aufgefaßt worden ist. Zum Belege dieser Behauptung möchte es namentlich dienen, daß überall als wesentlich eigenthümlich angeführt wird, daß Kälte oder Wärmeentziehung die Contraction bewirke, während es mehr oder weniger ausdrücklich zugestanden wird, daß Wärme erschlaffe. Dies ist aber durchaus nicht richtig, wie sich wohl ein Jeder schon daraus überzeugen wird, daß die Haut nach dem Hineinsteigen in ein Bad von 30° R. sogleich das Phänomen der sogenannten Gänsehaut auf's Entschiedenste darbietet, welches dann erst allmälig dem erschlafften Zustande Platz macht. Die einfachste Erklärung der Gänsehaut muß aber begreiflicher Weise die Contraction der Gefäße enthalten. Ohne Beengung des Raumes, welchen das Blut einnimmt, kann sich die Cutis nicht zusammenziehen, da die Contraction der contractilen Gewebe nicht in Volumensverminderung besteht. Geben wir aber die Verengerung der Gefäße zu, so wäre es eine vorläufig unnöthige Verwicklung, sich hierbei nicht die Gefäße selbst eben sowohl thätig zu denken, als die contractile Faser der Cutis. — Nach einer solchen Erfahrung würde man also vielleicht eher sagen dürfen, daß Temperaturwechsel überhaupt, wenn er bedeutend und rasch genug ist, zur Contraction der fraglichen Faser disponire und also einen sogenannten Reiz vorstelle.

Hinsichtlich des Verhältnisses der Nerventhätigkeit zu den Zuständen der Gefäße wissen wir wenigstens so viel, daß die Zustände der Centraltheile des Nervensystemes auf die Blutvertheilung vom entschiedensten Einflusse sind. Die Bedeutung der negativen Resultate, welche man erhalten hat bei längere Zeit nach Durchschneidungen des Rückenmarkes od. dgl. fortgesetzten Beobachtungen der Blutbewegung im Froschfuße, wird zweifelhaft durch die Versuche v. Walther's [1]) mit Durchschneidung sympathischer Nervenfasern, welche die Schenkelgefäße zu begleiten scheinen. Und so mag man in allen zweifelhaften Fällen (und zweifelhaft sind, so viel mir bekannt, alle, welche Thätigkeiten der Gefäße, unabhängig von den Nerven, beweisen sollen) wohl die Vermittelung zwischen irgend einem Agens und der in Folge desselben aufgetretenen Thätigkeit in den Gefäßen, als durch die Nerven bewirkt, ansehen.

Doch können wir hier nichts weiter, als diese Fragen berühren. Die Physiologie der contractilen Gewebe, mit der Bedeutung, welche der Zustand dieser Gewebe auf Kreislauf, Ernährung, Secretion u. s. w. hat, bildet eine der wichtigsten Aufgaben, eine Aufgabe, an welche sich die größten Aussichten der Physiologie und Pathologie knüpfen.

Wir beschränken uns hier auf die Zusammenstellung einiger Beispiele von Erweiterungen und Verengerungen der Gefäße, wie sie im gesunden und kranken Körper vorkommen, zum Theil direct zu beobachten, zum Theil aus gewissen Folgen zu erschließen sind. Als directe Beobachtung der Erweiterung der Capillargefäße können wir jede Beobachtung betrachten, welche nachweis't, daß die Capillargefäße eines Organes mehr Blut als vorher enthalten. Denn aus der Theorie des Kreislaufes geht es ohne Weiteres hervor, daß das Eine nicht ohne das Andere sein kann. Die stete Spannung in den Arterien treibt das Blut durch alle Theile des Capillargefäßsystemes. Die Schnelligkeit der Bewegung kann in verschiedenen Abthei-

---

[1]) Vgl. Müller's Arch. 1842.

lungen dieses Systemes, je nach der Anordnung derselben verschieden sein. So wie nun einer der wichtigsten Theile dieser »Anordnung«, das Lumen der Capillaren sich ändert, so ändert sich demnach auch der Zufluß des Blutes. Wir werden später sehen, wie sich auch der Durchfluß ändern muß. Hier ist nur gemeint, daß die Geschwindigkeit des Blutes in einer zuführenden Arterie sich nothwendig ändern muß, wenigstens so lange die Erweiterung der Capillargefäße zunimmt, zu welchen sie das Blut führt. Denn mit dieser Erweiterung eröffnen sich dem Blute neue Räume, in welche es ohne andern Widerstand, als der durch die vermehrte Schnelligkeit in den Arterien entsteht, einströmen kann. Ja es ist wohl begreiflich, daß eine Ausdehnung der Capillargefäße, selbst wenn dieselben ein expansives Gewebe hätten, ohne die gleichen Schritt haltende Anfüllung mit Blut, nicht vor sich gehen könnte. Das Umgekehrte läßt sich von der Contraction der Capillaren sagen. Wir können ferner behaupten, daß jede Veränderung der Blutfülle eines Organes nicht bloß eine Erweiterung oder Verengerung der feinen Gefäße des Organes beweise, weil diese Dinge ohne einander gar nicht gedacht werden können, sondern auch, daß dieselbe eine in dem Gewebe dieser Gefäße selbst, unabhängig von der Herzthätigkeit wirksame Ursache habe, sobald die Erscheinung eine locale ist. Es ist eine längst anerkannte Sache, daß das Herz keine locale Congestion bewirken kann. Ebenso gewiß ist es freilich, daß Veränderungen der Herzthätigkeit sehr gewöhnlich mit Congestionen verbunden sind. Dieselbe Einwirkung, welche Erröthen hervorbringt, bewirkt gleichzeitig heftigeres Klopfen des Herzens. So ist es bei verschiedenen anderen localen Congestionen. Aber wir wissen durchaus nicht einmal, ob die Aufregung der Herzthätigkeit in solchen Fällen eine Vermehrung des Druckes hervorruft. Wir haben schon gesehen, daß die Herzschläge sich wohl an Frequenz oder Heftigkeit oder in beider Hinsicht ändern können, ohne daß damit nothwendig eine Aenderung des Druckes verbunden wäre. Dieser hängt (so weit ihn das Herz überhaupt bestimmt) nur ab von der Quantität des Blutes, welche in einer bestimmten Zeit in die Arterien getrieben wird.

Allerdings ist aber eine Combination denkbar, durch welche locale Veränderungen der Blutfülle entständen, ohne daß die Gefäße des betroffenen Theiles selbst, durch veränderte Stimmung die Ursache wären. Dies wäre nämlich möglich durch veränderte Spannung eines großen Theiles der übrigen Capillar- oder Blutgefäße überhaupt. Denkbar ist es z. B., daß auf solche Weise die Zusammenziehung eines großen Theiles des Gefäßsystemes, wie sie im heftigen Fieberfroste sich findet, direct Ursache gefährlicher Congestionen nach inneren Theilen wird.

Man wird aber im Allgemeinen die Vermuthung bei localen Congestionen für eine (relativ) primäre Veränderung an dem Orte der Congestion (oder Blutleere) haben dürfen. Diese Vermuthung ist einerseits die einfachere, andererseits sehen wir so manche Congestionen gerade nach Einwirkungen auf das Organ selbst eintreten.

Indem wir bei den Veränderungen der Blutfülle Veränderungen gewisser Functionen, z. B. der Secretionen eintreten sehen, können wir vielleicht hin und wieder aus Veränderungen solcher Functionen einen Rückschluß auf Veränderungen der Blutfülle machen. Wir werden zwar bei jedem solchen Schlusse bedenken, daß wir die Art des Zusammenhanges zwischen Secretionsveränderungen und Aenderungen der Blutfülle nicht sicher kennen. Da wir nämlich bei jeder Veränderung der Spannung in den

Capillaren annehmen können, daß drei verschiedene Factoren sich ändern, welche von Einfluß auf die Secretion sein können (Blutreichthum, Blutbewegung, Zustand der Wand, durch welche die Durchschwitzung erfolgt), so wissen wir allerdings nicht, welchem von diesen drei Factoren die Veränderung oder was dem einen, was dem andern zugeschrieben werden kann. Indessen beeinträchtigt das die Sicherheit eines solchen Rückschlusses ja nicht, wenn die Veränderungen mit einem derselben allein verbunden sind, da die übrigen von diesem nicht getrennt gedacht werden können. Wenn wir z. B. eine Veränderung des Harns kennen, welche mit congestivem Zustande der Niere eintritt, so ist es vielleicht nur eine besondere Seite dieses congestiven Zustandes, welche als Ursache der Harnveränderung zu betrachten ist, z. B. die Erschlaffung der Gefäßwandung. Dessenungeachtet schlössen wir dann aus der Absonderung eines solchen Harns auch auf die übrigen Glieder der Erscheinungsweise der Congestion, weil die Erschlaffung der Gefäßwandung ohne Vermehrung des Blutgehaltes u. s. w. nicht statthat.

Die Vermuthung, daß sich zu einer bestimmten Zeit in einem unserer unmittelbaren Beobachtung entzogenen Organe, auch selbst wenn wir nicht durch Secretions- oder sonstige Thätigkeitsveränderungen von dessen veränderter Stimmung Kunde haben, eine Congestion befinde, kann noch auf das uns bekannte Vorhandensein sogenannter Reize gegründet sein. Als Beispiel möchte gelten, daß wir Veränderungen der Blutfülle und Secretion bei einem Organe voraussetzen müssen, wenn seine Thätigkeit nach anderen Umständen zu urtheilen, eine periodische sein muß. So haben wir wohl keine directe Beobachtungen über die Veränderungen beider Art im Pankreas. Alles weis't aber darauf hin, daß dieses Organ dazu bestimmt ist, zu Zeiten mehr, zu Zeiten weniger zu secerniren [1]. Damit ist uns denn auch die Wahrscheinlichkeit von Veränderungen im Zustande seiner Gefäße gegeben.

Ein Organ, dessen Veränderungen der Blutfülle uns beständig vor Augen liegen, mag uns jetzt einen Augenblick beschäftigen, wegen des eigenthümlichen Zweckes, den die Blutgefäße desselben durch ihre Veränderlichkeit bei ihrer besonderen Lage erfüllen müssen. Die Cutis ist bekanntlich und besonders an manchen Stellen, sehr gefäßreich. Sie bietet uns Erscheinungen der Turgescenz und des Collapsus, der Röthung und der Blässe dar. Denken wir uns, nach dem Vorhergehenden, die Turgescenz der Haut, ihre Röthe als bedingt durch Gefäßerschlaffung, so ist es schon interessant, diesen Zustand der Gefäße hier so gewöhnlich mit Schweißbildung begleitet zu sehen. Er ist es indessen nicht immer; es kommt namentlich in Fiebern trockne Hitze sehr ausgebildet vor und es kann andererseits die Haut schwitzen ohne sehr geröthet zu sein. Es sind dies Erscheinungen, welche gewiß bei den Untersuchungen über die Combinationen von Umständen, welche zur Veränderung secernirender Thätigkeit nöthig sind, die größte Wichtigkeit haben. Untersuchungen der Hautausdünstung und des Schweißes in Beziehung auf diese verschiedenen Verhältnisse sind zu wünschen.

---

[1] Die nahe Verbindung der Ausführungsgänge des Leber und der Pankreas könnte die Vermuthung erregen, daß die Secretion des Bauchspeichels besonders durch den Eintritt der Galle erregt werden soll. Die Galle können wir uns, nach der Dauer ihres Aufenthaltes in der Gallenblase, mehr oder weniger concentrirt denken. Je mehr sie concentrirt wäre, desto stärker würde sie das Pankreas anregen und so selbst ihre Verdünnung durch Bauchspeichel bewirken.

Wir wollen hier aber diese noch so unreifen Fragen verlassen und uns zu einer Function der Capillaren der Cutis wenden, welche ziemlich unbeachtet, dabei aber so klar ist, daß man sie nur zu nennen braucht, um davon zu überzeugen. Dies ist der Einfluß, welchen der Zustand der Haut auf die Oekonomie der thierischen Wärme haben muß. Um diesen ganz zu fassen, muß man vor allen Dingen sich von der ganz grundlosen Vorstellung frei machen, daß der Verbrennungsproceß im menschlichen Körper durch die Schwankungen des Wärmeverlustes so durchaus bestimmt werde, daß er dieselben stets ersetzte. Wir wollen nicht leugnen, daß das in irgend einem Grade, durch besondere Vermittelungen geschieht. Es treibt z. B. die Kälte durch Instinct oder Erfahrung zu körperlicher Anstrengung, welche die Wärmebildung vermehrt. Sie scheint den Instinct auf Nahrung zu leiten, welche größere Wärmebildung erlaubt u. s. w. Aber diese Schwankungen der Wärmebildung reichen bei weitem nicht aus, um die Einflüsse, welche die Verschiedenheit der äußeren Temperatur haben würden, auszugleichen. Organische Vorrichtungen verschiedener Art, Instincte und Ueberlegung wirken ein, den thierischen Körper bei den Schwankungen der Jahrestemperatur in seiner eigenthümlichen Wärme zu erhalten, und belehren uns zugleich davon, daß die Modificationen der Wärmebildung hier nicht ausreichen würden. Aber auch diese Mittel sind nicht veränderlich genug, nicht leicht genug zweckmäßig bestimmbar, um bei kleineren, rasch erfolgenden Schwankungen die gleichmäßige Bewahrung der Temperatur im Innern zu erreichen. Die Schwankungen der Temperatur der Haut durch ihre Blutfülle sind aber Mittel, um auch bei kleineren Schwankungen der äußeren Temperatur die Wärmeverluste so zu regeln, daß die Temperatur der inneren Körpertheile constant bleiben könne [1]). Es ist eine bekannte und oft wiederholte Sache, daß die Transspiration der Haut fähig ist, Wärmeverluste des thierischen Körpers zu bewirken, und so eine zu bedeutende Erwärmung zu verhindern. Wir können aber eine Verschiedenheit der Wärmeverluste nicht bloß durch die geringere oder stärkere Verdunstung, sondern auch durch die bloße Aenderung der Hauttemperatur annehmen und es verlangen diese eine gesonderte Betrachtung.

Wir müssen in Beziehung auf die Haut entschieden von der Ansicht abgehen, daß die Temperatur derselben durch den Antheil des allgemeinen Verbrennungsprocesses bestimmt werde, welcher in ihr selbst vorgeht. Diese Ansicht kann für innere Organe ziemlich richtig sein. Für die Haut wäre sie ganz falsch. Die Haut ist anderen Wärmeverlusten ausgesetzt, als andere Theile, sie hat nirgends und nie eine so hohe Temperatur, als die inne-

---

[1]) Schwankungen der Temperatur der Haut sind viel bedeutender, als man gewöhnlich angiebt, was von den unvollkommenen Methoden, wie im Text bemerkt wird, herrührt. Einigermaßen überzeugt man sich davon, wenn man eine im Winter stark durchkältete Hand an ein Thermometer legt. Genaue Untersuchungen können aber nur mit einem Apparat angestellt werden, welcher die Temperatur augenblicklich angiebt, durch Thermoelektricität.

Man wird nicht übersehen, daß man, die bedeutenden Schwankungen der Hauttemperatur neben der Constanz der inneren einmal anerkannt, zugeben muß, daß dieselben ein selbstständiger, bedeutender Factor der Wärmeökonomie sind. Denn es ist physikalisch unmöglich, daß das Zusammenwirken der übrigen thätigen Momente die Conservirung einer gleichmäßigen inneren Temperatur allein bewirke. Die Haut muß dabei eine besondere Rolle spielen. Wie selbstständig diese neben den Schwankungen der Wärmebildung steht, geht aus den im Text angeführten Beispielen hervor.

ren Theile, sie ist folglich stets kühler, als das in sie eintretende Blut, sie entzieht diesem Wärme. Daher ist ihre Temperatur außer den äußeren Einflüssen besonders abhängig von der Quantität von Blut, welche sie durchströmt. Die Mittheilung von Wärme durch die Wärmeleitung der Gewebe selbst, welche weniger als die durch das Blut verändert werden könnte, ist durch das Fettpolster zwischen den anderen Geweben und der Haut beschränkt. Die Betrachtung dieses Fettpolsters als eines Organes, um die Wärmeverluste zu beschränken, ist nicht vollständig. Wir sprechen die Bedeutung desselben so aus: das Fett dient dazu, die Haut zu isoliren und so die Temperatur der Haut mehr in die Herrschaft des Organismus zu bringen [1]).

So kann die Temperatur der Haut bei ganz gleichen äußeren Verhältnissen durch Verschiedenheit des Blutzuflusses verschieden, bei verschiedenen äußeren Verhältnissen durch dasselbe Mittel gleich sein. Es kann die Wärmeerzeugung des Körpers sich vermehren und vermindern, so daß bei gleichbleibender Temperatur der Haut die Wärmeverluste zu gering oder zu groß ausfallen müßten: der Organismus besitzt in der veränderlichen Blutzufuhr zur Haut ein Mittel, um die Wärmeverluste in das richtige Verhältniß zu den drei zu beachtenden Dingen: 1) Wärmeerzeugung, 2) Nothwendigkeit einer constanten Temperatur innerer Theile, 3) Wärmeverlust bedingende äußere Medien, zu setzen.

Es ist wieder hierbei als bekannt vorausgesetzt, daß die Wärmeverluste durch die Differenz zwischen Hauttemperatur und der der ableitenden Medien bestimmt werden können. Je näher die Temperatur der Oberfläche eines Körpers der Temperatur der Flächen ist, mit welchen derselbe in Berührung steht, desto geringer ist cett. paribb. sein Wärmeverlust (falls er der wärmere ist, sonst Wärmegewinn) in gleicher Zeit. So verliert z. B. der menschliche Körper von einer Hautfläche von 18^0 Wärme an eine Luft von 8^0 Wärme nicht mehr und nicht weniger in gleicher Zeit, als von einer Hautfläche von 28^0 an eine Luft von 18^0 —

Es wird nun wohl Niemand bezweifeln, daß dieses bewundernswürdige Mittel des Organismus in sehr häufiger, ja wenn man die Sache genau nimmt, beständiger Thätigkeit ist. Die Temperatur der Haut ist von den Physiologen zwar gewöhnlich sehr nebenbei behandelt worden. Das findet seine Erklärung theils darin, daß die merkwürdige Erscheinung der Wärmeproduction überhaupt die Aufmerksamkeit der Forscher zu ausschließlich in Anspruch nahm, so daß über der Bewunderung der innerhalb gewisser Grenzen und gewisser Organe gleichmäßigen Temperatur der Umstand sehr in Schatten gerückt wurde, daß dies von der Haut gar nicht gilt. Theils liegt die Schuld in den Schwierigkeiten, gute Bestimmungen der Hauttemperatur zu erwerben. Da kann ein mit Wolle bedecktes Thermometer, welches man an die Haut legt, nichts nützen. Durch dieses findet man nie die Temperatur der Haut, wie sie vor der Bedeckung war. Man wartet ab, bis das Quecksilber einen festen Stand hat. Unterdessen hat sich aber auch die Temperatur der Hautstelle gehoben. Den Werth und das Interesse, welches gleichwohl solche Bestimmungen haben, verkenne ich nicht. Ich will nur bemerken, daß man das Nichtvorhandensein von Beobachtungen über

---

[1]) Die Ansicht: daß das Fett als Schutz gegen die Kälte diene, schließt, wie man nicht übersehen wird, das Urtheil ein: daß die Haut, außerhalb dieser Schutzdecke liegend, nicht dazu bestimmt sei, ihre Temperatur gleichmäßig zu haben.

die tiefsten Hauttemperaturen sehr mit Unrecht für einen Beweis halten würde, daß nicht wirklich sehr tiefe Temperaturen stattfinden. Man schlägt den Werth des Gefühls von Wärme und Kälte auch oft gar zu gering an. Warum? Weil man bei Gefühl von Kälte doch die constante Temperatur findet, wenn man nämlich innerlich untersucht oder die untersuchte Hautstelle während der Untersuchung warm werden läßt. Ich selbst habe mehre Hundert Bestimmungen der Temperatur der Mundhöhle gemacht, welche auf's Entschiedenste einen unveränderlichen Temperaturgang der inneren Theile zeigten. Dabei war unter gleichen äußeren Verhältnissen die Haut oft des Morgens kühl, während die Wärmezunahme stattfindet, Abends warm, während die innere Temperatur sinkt. Man sieht hierin schon, daß die tägliche Wärmeschwankung keinesweges bloß von der Schwankung der Kohlensäurebildung abhängt, obgleich diese einem ähnlichen Gange folgt, sondern daß die verschiedene Erwärmung der Haut nothwendig ist, um den gleichen Gang beider Phänomene zu erhalten. Es ist Gesetz des thierischen Körpers, daß die Erwärmung seiner inneren Theile sich gegen Mittag erhebt, des Abends sinkt. Wenn bei gesetzten äußeren Verhältnissen die Kohlensäurebildung des Morgens nicht hinreichend zunimmt, um diesen Zweck zu erreichen, so wird derselbe durch Verminderung des Wärmeverlustes durch die Haut erreicht u. s. w.

Prüft man diese Ansichten an der Erfahrung, so findet man zahlreiche Bestätigung. Der Genuß einer bedeutenden Quantität kalten Wassers würde die Temperatur des Körpers herabsetzen [1]). Ich habe häufig früh Morgens den Versuch damit gemacht. Das Sinken der Temperatur unter der Zunge, anfangs wohl durch die locale Abkühlung hervorgebracht [2]), war nach 15 Minuten fast verschwunden (15 Minuten nach dem Genuß von mehr als einem Quart. Wasser von 11° stand das Thermometer z. B. auf 29°,5 während es vorher 29°,75 hatte, und 15 Minuten später auch wieder ebenso hoch war), aber eine bedeutende Abkühlung der Haut, starkes Frösteln ist die regelmäßige Folge. — Unter anderen Umständen, z. B. bei Schweiß, würde nur dieser unterdrückt werden. — Bei guter Bedeckung des Körpers können kleine Flächen bedeutender Kälte ausgesetzt werden: die Wärme, welche nicht an anderen Stellen abgeleitet wird, muß diese Theile erwärmen, um den nöthigen Grad von Wärmeverlust zu erreichen. Ein durch starke Bedeckung erzwungener Schweiß hört auf, wenn die in Berührung mit der Luft befindliche Hautfläche vermehrt wird [3]).

---

[1]) Valentin hat einem Hunde eine Quantität kalten Wassers eingespritzt, ohne die erwartete Verminderung der Temperatur zu finden. Hierbei ist ein Fehler begangen worden: daß die erwartete Temperaturdifferenz nach der hypothetischen Blutquantität berechnet wurde. Valentin konnte doch nicht erwarten, daß das Blut einige Minuten sich durch Organe bewegen würde, welche höher temperirt wären, ohne seine Wärme mit der der Organe auszugleichen! Der Fehler ist um so auffallender, da Valentin doch auch das Thermometer nicht mit dem Blute in Berührung brachte, sondern mit festen Theilen. So wurde vielleicht in Erwartung einer größeren Temperaturdifferenz eine kleine wirklich stattfindende übersehen.

[2]) Bei Anwendung kalter Klystiere oder umgekehrt bei Application des Thermometers im Rectum ist dieser Umstand zu beseitigen.

[3]) Wie so oft, sind auch hier die einfachsten Erfahrungen die besten. Wenn man tiefer Temperatur ohne starke Körperbedeckung oder starke Bewegung ausgesetzt ist, so ist die ganze Körperfläche kalt. Die Temperatur im Inneren des Körpers ändert sich nicht. Sollte die Haut stärker erwärmt werden, so müßte die Wärmebildung steigen oder die Temperatur der inneren Theile würde sinken. Das ist eine Noth-

Die Veränderlichkeit des Zustandes der Blutgefäße der Haut ist also ein Mittel, um der Unvollkommenheit, mit welcher sich die quantitativen Veränderungen des Verbrennungsprocesses den Umständen anschmiegen, abzuhelfen. Ich hoffe, in diesen Worten eine wichtige Function der Hautgefäße hinreichend wahrscheinlich gemacht zu haben, wenigstens für Jeden, der begreift, daß es nur ein Vorurtheil ist, wenn man von einer constanten Temperatur des thierischen Körpers so im Allgemeinen spricht, daß Beobachtungen über die Temperatur der Haut erst noch anzustellen wären, welche die Gleichmäßigkeit ihrer Wärme beweisen sollten, daß endlich schon Erfahrung genug existirt, um das Gegentheil anzunehmen, Erfahrung, welche nur bedarf, noch mehr auf bestimmte Ausdrücke gebracht zu werden.

Es wird dann auch wohl begriffen werden, daß erst mit der Unterscheidung der thierischen Organe in solche, deren Function mehr, und solche, deren Function weniger oder sehr wenig an constante Temperatur gebunden ist, die Anstellung verständiger Untersuchungen über das, was nun an das Vorhandensein der Wärme für jene ersteren Organe geknüpft ist, anheben kann. Daß die Empfindung in der Haut, sowie die Herrschaft über die Bewegungen der Finger bei bedeutender Abkühlung der Haut (und wohl auch der Armmuskeln?) allerdings abnimmt, ist schon ein Fingerzeig [1]).

Ich übersehe es nicht, daß logisch noch eine andere Möglichkeit des Verständnisses der hier zusammengestellten Thatsachen existirt. Man könnte nämlich annehmen, daß von den zwei veränderlichen Factoren: Wärmebildung und Zustand der Hautcapillaren nicht der zweite es wäre, welcher sich den Bedürfnissen des ersten anpaßte, sondern umgekehrt. Wenn die Haut durch mangelnden Zuschuß von Wärme (durch Blut) sich abkühlte, also unfähig würde, so viel Wärme abzuleiten, als wenn sie erwärmt ist, so müßte die Wärmebildung sinken, um nicht die inneren Theile zu sehr zu erwärmen u. s. w.

Mir scheint es aber durchaus unzweckmäßig, die Sache so aufzufassen, weil wir den Zustand der Hautgefäße von den Nerven direct abhängig wissen, also hier eine zweckmäßige Anpassung an die Bedürfnisse des Körpers uns eher denken können, als umgekehrt. Aber ich muß anerkennen, daß es die Möglichkeit dieser Ansicht ist, welche der Auffassung, wie ich sie vorschlage, im Wege gestanden hat. Wie nun aber die Vermittelung stattfinden mag, durch welche der Zustand der Haut so dem Bedürfniß angepaßt wird, darüber darf man sich wohl noch der Hypothesen enthalten, obgleich dieselben nahe genug liegen. — Nur das sei bemerkt, daß nicht bloß der vitale Zustand der Gefäße in Betracht kommt, sondern auch die directe Beziehung der Temperatur zur Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren zu beachten ist. Inwiefern der erstere nach hydraulischen Gesetzen auf die Geschwindigkeit der Blutbewegung einwirken kann, inwiefern namentlich

---

wendigkeit. — Wenn man unter denselben Umständen nun durch starke Bewegung die Körperfläche allmälig erwärmt bis endlich zum Feuchtwerden derselben, beobachtet, wie ein Theil der Haut nach dem andern das Gefühl von Wärme bekommt, ohne daß die innere Temperatur sinkt, so ist ebenso wenig zu verkennen, daß nun die Wärmebildung vermehrt wurde und die Erwärmung der Haut nöthig war, damit auch die Wärmeverluste stiegen, und nicht die innere Temperatur.

[1]) Sinnreich ist der Gedanke von Stark (Fror. N. Nott. 1843. Juli. p. 32.), daß die Abnahme der Wärme die Flüssigkeit des Fettes in den Nerven afficire. Daraus würde sogleich hervorgehen, daß besonders alle zum Leben nöthigen Nervenorgane vor Kälte geschützt sein müßten.

Blutfülle und beschleunigte Bewegung in einem Organe in einer causalen Beziehung zu einander stehen können, ist später zu erörtern. Hier beschäftige uns einen Augenblick das unleugbare Factum, daß bei Kälte der Haut sowohl Bläße als auch tiefe Färbung derselben stattfinden kann. Wäre nicht der Einfluß der Kälte bekannt, welcher die Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren verzögert, welcher also sowohl bei erweiterten als bei verengerten Röhren stets die Geschwindigkeit des Blutes in der Haut und damit die Wärmeverluste des Körpers beschränkt, so würde man annehmen müssen, daß in einem von beiden Fällen doch nur (durch den Zustand der Hautgefäße) der Zweck der Wärmeersparung erreicht würde. Aber die Kälte selbst, wenn sie die Temperatur der Cutis herabdrückt, bewirkt Verlangsamung des Blutes. Deßhalb wird jedenfalls, auch wenn partielle Gefäßerweiterung sonst die Blutgeschwindigkeit local vermehrt, in diesen Fällen die Geschwindigkeit geringer sein, als wenn dieselbe Erweiterung der Gefäße bei warmer Haut stattfände. Die Verhältnisse wären also: bei kühler und blasser Cutis wirken Verengerung und Kälte in gleichem Sinne zur Verlangsamung der Blutbewegung; bei gerötheter Haut wirkt die Kälte allein der Blutbewegung hemmend entgegen. Daß im letzteren Falle die Blutbewegung dennoch langsam ist, scheint die bläuliche, ja häufig entschieden blaue Färbung, wie man sie in Gesicht und Händen so oft bemerkt, anzudeuten. Denkbar ist es freilich auch, daß dieser erweiterte Zustand nicht so gleichmäßig durch Capillaren, zuführende und abführende Gefäße, verbreitet wäre. Dann würde sich die Langsamkeit der Blutbewegung auch noch sonst begreifen lassen. — Es scheint uns übrigens ein Mißgriff zu sein, wenn man, wie Magendie, die Verhältnisse der Verlangsamung durch Kälte, wie sie für Wasser gefunden sind, direct auf das Blut übertragen will. Die Ursachen jener Verlangsamung sind so wenig bekannt, daß man gar nicht voraussetzen darf, daß die Verlangsamung für gleiche Temperaturdifferenzen bei einer so eigenthümlichen Flüssigkeit quantitativ dieselbe wäre, wie beim Wasser.

Poiseuille meint, bei Gelegenheit der oben citirten Versuche über Contraction der Gefäße durch Kälte, daß die Cutis eben deßhalb ziemlich starke Capillargefäße habe, weil sie der Wirkung der Kälte ausgesetzt sei.

Außer den Zuständen der Hautcapillaren, welche sich in den betrachteten Verhältnissen zeigen, dürften noch diejenigen besonders geeignet sein, unsere Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, welche als pathologische Erscheinungen, namentlich beim Fieber, in so auffallenden Contrasten auf einander folgen. Sie sind physiologisch zu würdigen, namentlich insofern eine Erklärung des Gesammtzustandes der Circulation während des Fieberfrostes und der Fieberhitze gefordert werden kann. Wir können darüber vorzüglich das sagen, daß eine Rückwirkung der Verengerung einer so großen Menge von Capillargefäßen auf den ganzen Kreislauf, auf Herzschlag und Puls gar wohl zu begreifen ist. Es ist zwar durchaus nicht hinreichender Grund vorhanden, die Erscheinungen des Pulses u. s. w. bloß aus diesem einen Factor herleiten zu wollen. Allerdings hat derselbe aber den Vortheil, ein sicher bekannter, unleugbar selbstständiger zu sein, was man von der Herzthätigkeit nicht in gleichem Maße sagen kann: diese kann wenigstens durch vermehrte Widerstände in den Capillaren vielleicht secundär aufgeregt werden. Außer der Frage, inwieweit die Herzthätigkeit primär verändert ist, würden noch als wichtige, aber für jetzt unlösbare Probleme zu betrachten sein: wie sich Capillaren der nicht unmittelbar sichtbaren Organe bei Fieberfrost und -Hitze verhalten, und welcher der Zustand der größeren Gefäße,

namentlich der Arterien ist. Jede Erklärung der Erscheinungen des Pulses im Fieber bleibt unsicher, wenn der Zustand der Arterien nicht bekannt ist. Ist z. B. der Puls im Stadium des Frostes klein, so kann das durchaus nicht aus contrahirtem Zustande der Capillaren erklärt werden (s. w. u.), wohl aber aus Zusammenziehung der Arterien, oder schwacher Thätigkeit des Herzens.

Noch sei es erlaubt, an eine Bemerkung wieder zu erinnern, welche bei Gelegenheit der dickeren Lungencapillaren gemacht wurde. Wenn es bei manchen Krankheiten im Blute kleine Solida giebt, welche als Krankheitskeime an den Stellen, wo sie eine Entwicklung beginnen, wirken, so kann die Verengerung der Hautgefäße im Fieber die Stelle vielleicht bestimmen, wo sich diese Keime niederlassen. Wenn man in der Fieberhitze nach einem heftigen Froste ein Exanthem hervorbrechen sieht, so ist es denkbar, daß die Capillaren der Haut in ihrem verengerten Zustande dem Blute als Filtrum gedient haben, daß sich die materiellen Krankheitskeime in ihnen gesammelt haben und alsbald ihre weitere Entwicklung beginnen. So wäre auch eine sehr einfache Erklärung für den Nutzen kalter Begießungen gewonnen, wie man sie anwendet, um den Ausbruch eines Exanthemes zu erzielen. Dieselben würden die in den Blutgefäßen umherirrenden Keime an Stellen fixiren, wo ihre Entwicklung den geringsten Schaden verursachen kann.

Von den Beobachtungen, welche an den oberflächlich liegenden Gefäßen der Haut leicht zu machen sind, läßt sich Einiges auf andere Organe, deren Zustände uns weniger genau bekannt sind, übertragen. So wie wir bei der Haut die verstärkte Secretion gewöhnlich wenigstens von einiger Röthung begleitet sehen, so mögen wir auch in anderen Organen mit Secretionsänderungen uns wohl Aenderungen des Gefäßzustandes in ursachlicher Verbindung denken. Wir mögen uns aber noch kein Urtheil über die Art des Causalnexus erlauben. Man hat zu beachten: den Zustand der Gefäßwand, welche vielleicht auf das Durchschwitzen von Einfluß ist. Diesen Zustand können wir uns aber nicht wohl verändert vorstellen, ohne daß gleichzeitig Erweiterung oder Verengerung der Gefäße stattfinde. Wir kennen ja keine andere Verschiedenheit als eben diejenige, welche sich im Weiter- oder Engerwerden der Gefäße offenbart. Natürlich kann nun aber die Quantität des Blutes, welche sich in einem Organe befindet, besonders aber die fortschreitende Bewegung dieses Blutes nicht ohne Einfluß auf die Secretionen sein. Wenn also in Folge einer veränderten Gefäßthätigkeit Aenderung einer Secretion eintritt, so ist es einseitig, diese Erscheinung nur aus dem Zustande der Gefäßwandungen unmittelbar, oder auch etwa der umspinnenden contractilen Faser erklären zu wollen. Ein besonders einleuchtendes Beispiel solcher Einseitigkeit ist die häufige Betrachtungsweise des Phänomens, daß die Umgegend der Gallenblase nach dem Tode gelb gefärbt wird. Das soll beweisen, daß der Zustand der Gewebe nach dem Tode sogleich (ohne Decomposition) sich insoweit ändert, daß sie für Stoffe durchdringbar werden, welche sie früher abzuschließen fähig waren. Man vergißt dabei ganz, daß während des Lebens das kreisende Blut die Wände der Gallenblase sowohl als der anliegenden Därme u. s. w. beständig auswaschen muß, daß man also aus dem Nichtvorhandensein einer merklichen Färbung durchaus nicht folgern kann, daß die lebendigen Gewebe die Galle wirklich hermetisch abzusperren vermöchten. Da die Gesetze des Durchdringens der Flüssigkeiten durch die organisirte Substanz zu den wichtigsten

Aufgaben der Physiologie gehören, so sind solche Uebereilungen sehr zu vermeiden.

Wir wagen es nun aber kaum, eine Vermuthung auszusprechen über die Art, wie die Geschwindigkeit der Bewegung in den Capillaren einer Drüse auf die Secretion einwirken kann. Nach den allgemeinsten Gesetzen der Endosmose sollte man freilich erwarten, daß die Secretion cett. paribb. um so reichlicher ausfallen müßte, je rascher die Flüssigkeit sich bewegt. Denn es wird bei der Endosmose aus einer Lösung um so mehr des aufgelös'ten Stoffes in gleicher Zeit die Wandung durchdringen, je concentrirter dieselbe ist. Betrachten wir also das Blut als eine Lösung eines Stoffes, welcher demselben durch Endosmose entzogen werden soll, so werden wir finden, daß die Concentration dieser Lösung um so mehr durch die beständige Entziehung geändert wird, je länger ein und dasselbe Bluttheilchen der Wirkung der Drüse ausgesetzt bleibt, daß dagegen die Lösung um so concentrirter bleibt, je rascher an die Stelle eines Blutquantums, welches schon der Wirkung der Drüse ausgesetzt war, ein neues tritt. — Ob aber diese ersten Principien sich hier anwenden lassen, ist die Frage. Es ist um so weniger räthlich, hierüber Hypothesen aufzustellen, da sich ja Versuche machen lassen, welche hieher Bezug haben. Kürschner (s. dieses Wörterb.) hat einen Versuch über Endosmose angestellt, bei welchem die eine der beiden Flüssigkeiten sich in Bewegung, beständiger Erneuerung befand. Das Resultat war ein ganz anderes, als sich nach den genannten Principien erwarten ließe. —

Nicht bloß in den Secretionsorganen haben wir Aenderungen der Spannung in den Capillargefäßen anzunehmen, welche auf das Durchdringen der Stoffe des Blutes einwirken. Die Ernährung, namentlich die der Muskeln, scheint durch Congestion, d. h. durch temporäre Lumensvermehrung der Capillaren vermehrt zu werden. Anstrengung der Muskeln befördert ihre Entwicklung, und diese Entwicklung darf man sich wohl im Zusammenhange mit der Congestion denken, welche in Muskeln nach bedeutender Anstrengung so deutlich ist. Daß das Gefühl von Schwere, welches in Muskeln nach Anstrengung eintritt, nicht bloß ein Resultat der Ermattung ist, sondern zum Theil auf der Congestion beruht, mag diese nun einfach durch die Schwere des Blutes, oder daneben auch durch den vermehrten Druck des Blutes in den vergrößerten Gefäßen auf Muskel- oder Nervenfaser wirken, das beweis't wohl die wirklich nachweisbare Anschwellung der Muskeln. Eine Bekleidung, z. B. der Arme, schließt nach einer bedeutenden Anstrengung der Armmuskeln enger an, als vorher.

Vielleicht wirkt der Zustand der Blutgefäße noch auf eine andere Weise, als indem er die Ernährung mitbedingt, auf die Lebensthätigkeit der Gewebe ein. Es ist bekannt, wie rasch die Kraft eines Gliedes abnimmt, verschwindet, wenn die dahin führenden Arterien unterbunden werden. Man möchte zweifeln, ob das von der Entziehung des Blutes, als Nahrungsstoff betrachtet, herzuleiten sei. Indessen ist es doch auch keinesweges klar, ob man annehmen dürfe, daß die Ursache dieser Erscheinungen darin liege, daß die Blutgefäße in der Regel einen gewissen Druck auf die Muskelfaser ausüben, welcher dann wegfällt, wenn der Druck von den Arterien her die Capillaren nicht mehr in ihrem ausgedehnteren Zustande hält. Man könnte sich vorstellen, daß ein gewisser Grad von Resistenz dieser zahllosen kleinsten Gefäße ein Bedürfniß wäre für die kräftige Zusammenziehung der von ihnen umgebenen Muskelfasern. Bei dem Gehirne, wel-

ches aber ganz besondere Verhältnisse in Beziehung auf den atmosphärischen Druck darbietet, werden wir es wahrscheinlich finden, daß seine Thätigkeit in bestimmter Beziehung zu dem Drucke steht, welchen die Blutgefäße auf dasselbe ausüben. Außerdem aber, daß die Verhältnisse des Gehirns eben ganz eigenthümliche (s. weiter u.) sind, liegt in Beziehung auf die Muskeln noch eine ganz andere Art, jenes rasche Gelähmtsein zu begreifen, wohl näher, als die erwähnte Annahme. Wir kennen den Einfluß, den der Eintritt venösen Blutes in Nervensubstanz hat, an der raschen Betäubung, welche stets eintritt, wo die Arterialisation des Blutes gehemmt wird. Man möchte also wohl annehmen dürfen, daß ähnliche Wirkungen auch auf die im Körper verlaufenden Nerven stattfänden. Werden nun die Arterien eines Gliedes unterbunden, so muß das Blut, welches in den Capillargefäßen dieses Theiles zurückbleibt, alsbald venös werden. Es wird nicht erneuert und kann also wenigstens dieselben schädlichen Wirkungen auf Nervenmasse ausüben, wie venöses Blut, welches von den Arterien her eintritt. Folglich sehen wir die Möglichkeit einer Erklärung jener Lähmungen, welche gar keine Rücksicht auf die Muskelfaser zu nehmen braucht, sondern sich nur auf den Zustand der motorischen Nervenfaser bezieht. Diese Erklärung würde an Wahrscheinlichkeit gewinnen, wenn man auch in der Thätigkeit der sensitiven Nervenfaser eine Abnahme bemerkte.

Schließlich erlauben wir uns noch eine Hypothese in Beziehung auf die Thätigkeiten des Gehirns und einzelner Gehirnpartien in Beziehung auf wechselnden Blutgehalt. Es läßt sich eine solche Hypothese wenigstens mit verschiedenen Factis wohl vereinigen, welche wir theils aus der Anatomie, theils aus der geistigen Selbstbeobachtung hernehmen.

Wir halten es, mit Anderen, nicht für annehmbar, daß der Blutgehalt des Gehirns im gesunden Zustande sich im Ganzen verändern könne. Dies ist später noch zu erörtern. Dagegen existirt allerdings die physikalische Möglichkeit, daß einzelne Theile des Gehirns auf Kosten anderer (für eine Zeitlang) mehr Blut aufnehmen, anschwellen. Sind nun vielleicht solche Anschwellungen mit besondern Richtungen intensiver geistiger Thätigkeit verknüpft? Daß man nicht erwarten kann, über diese Frage etwa durch directe Beobachtung an einem durch eine Wunde bloß gelegten Gehirne Aufschlüsse zu erhalten, versteht sich. Einiges Thatsächliche dürfte aber doch wohl für diese Annahme sprechen. Wir können durch öftere Beschäftigung mit besonderen Arten wissenschaftlicher Gegenstände, wie es scheint, unsere Geistesorgane auf ähnliche Weise üben, wie andere des Körpers, und können uns vorstellen, daß diese in den Erscheinungen der geistigen Thätigkeit kund werdende Uebung mit Entwicklung besonderer Theile des Gehirns in causaler Verbindung steht. Dann können wir auch noch den Schritt weiter thun, bei dieser Entwicklung einer besonderen Gehirnpartie auf ähnliche Weise, als bei der eines Muskels, die Capillargefäße betheiligt zu denken.

Eine wenigstens unterstützende Beobachtung dürfte es abgeben, daß bei angestrengter Richtung des Geistes auf wissenschaftliche Dinge sich zuweilen ganz locale Kopfschmerzen einstellen. Ich habe namentlich bei gespannter Aufmerksamkeit auf Gegenstände mathematischer Art einige Male einen Schmerz in den Schläfen empfunden.

Wichtiger als solche Beobachtungen, deren Deutung so unsicher ist, scheint es mir zu sein, daß gewisse anatomische Verhältnisse sich besonders als zweckmäßig begreifen lassen, wenn man ein Anschwellen einzelner Gehirntheile als einen physiologischen Vorgang will gelten lassen. Auch würde aus

einer solchen Hypothese die Erscheinung eine besondere Deutung gewinnen, daß sehr angestrengte Richtung auf besondere Gegenstände eine Unterdrückung der Perception für Andersartiges nach sich zieht. Denn das Anschwellen eines Gehirntheiles kann nur auf Kosten anderer Theile geschehen.

Die anatomischen Verhältnisse, an welche wir hier erinnern wollen, sind: die Höhlen des Gehirns, welche eine Verschiebung der Gehirntheile und selbst eine Ausdehnung möglich machen, welche nicht auf Kosten anderer Theile des Gehirns, sondern nur mit Compression der venösen Plexus vor sich gehen kann, und die Vertheilung der größeren Blutgefäße an der Schädelbasis. Es ist natürlich, daß ein begrenzter Theil in einer soliden Masse sich nicht ausdehnen kann, ohne eine gewisse Spannung (Zerrung) in den begrenzenden und mit ihm in Continuität befindlichen Theilen zu bewirken. Wenn aber ein Theil sich ausdehnt, welcher mit anliegenden nur in Berührung, nicht im Zusammenhang steht, so wird nach dieser Seite hin wenigstens eine solche Spannung nicht stattfinden, sondern an den sich berührenden Grenzflächen werden nur Verschiebungen verursacht. — Die den Plexus hypothetisch zugeschriebene Zweckmäßigkeit bedarf keiner Erläuterung.

Die Vertheilung der Arterien an der Basis des Gehirns und die so sehr gegen Beengung durch Druck geschützte Einrichtung der Sinus lassen sich ebenfalls nach Annahme unserer Hypothese als zweckmäßig auffassen. Die Arterien sind so untereinander verbunden, daß vermehrter Druck eines Hirntheiles auf eine oder die andere Hauptarterie die Circulation nicht belästigt. Die Sinus sind wohl nicht leicht zu beengen durch einen Druck, wie er vom Gehirn ausgeübt werden kann. Und wozu wäre diese besondere Bildung der Venen, wenn nicht um Druck abzuhalten, welcher im gesunden Leben auf sie wirken kann? Gegen den hypothetischen Nutzen der Arterienanastomosen darf man nicht einwenden, daß der Druck des Blutes in den Capillaren doch nie so stark sein könne, um eine Arterie zu comprimiren oder zu beengen. Freilich kann der Druck des Blutes innerhalb der kleinsten Gefäße nie den in den Arterien überwiegen. Aber das Blut ist in beiderlei Gefäßen durch Wände zusammengehalten. Denken wir uns nun nach einem Zustande von Ruhe eine Erweiterung (Erschlaffung) der Capillaren eintreten, so wird ein Theil des Blutdruckes in ihnen von der Gefäßwandung aus auf die Umgebung übertragen. Da nun die Wände der Arterie den Druck ihres Blutes nach wie vorher in Schranken halten, so ist es begreiflich, daß die leiseste Vermehrung des Druckes, welcher von außen auf die Arterie wirkt, als eine Steigerung der Kraft, welche von den Gefäßwandungen aus auf das arterielle Blut wirkt, das Gleichgewicht aufhebt, die Arterie beengt. — Die Anastomosen der großen Hirnarterien also haben einen ganz bestimmten Nutzen, wenn man sie von unserer Hypothese aus betrachtet. Außer vom Gehirn selbst aus ist aber im gesunden Zustande keine Beengung der Arterien des Gehirns denkbar. Wenn man dies zugiebt und nicht in den freilich sehr verbreiteten wunderlichen Mißverständnissen über das Wesen einer teleologischen Erklärung befangen ist, so wird man einen Grund für unsere aufgestellte Vermuthung über den partiellen wechselnden Blutgehalt des Gehirns darin finden. —

Mechanische Einwirkung der Verengerung oder Erweiterung von Capillaren auf die Geschwindigkeit des Blutes sowohl in den Capillaren, welche die Aenderung betroffen hat, als auch in den übrigen. — Wir sehen uns genöthigt, diese so einfache Sache etwas ausführlich zu behandeln, da uns in keiner Schrift

neuerer Physiologen eine umfassend richtige Beurtheilung derselben vorgekommen ist. Die der Wahrheit sich am meisten nähernden Urtheile, welche mir bekannt geworden sind, leiden wenigstens an einer Einseitigkeit, von der ich nicht beurtheilen kann, ob sie überall Einseitigkeit der Auffassung oder hin und wieder nur des Ausdruckes ist. Ersteres ist jedenfalls sehr häufig und das Letztere wenigstens nicht geeignet, den Stand der Sache zu bessern.

Ein übler Umstand ist es, daß bei mikroskopischer Beobachtung Erscheinungen vorkommen, welche man nun gern nach mechanischen Gesetzen erläutern wollte. Wir werden sehen, daß das bei unseren jetzigen Kenntnissen über die mikroskopischen Vorgänge bei der Entzündung eine Unmöglichkeit ist. Das Streben, dieses Unmögliche zu leisten, hat denn dazu beigetragen, zu ganz einseitiger Betrachtung der physikalischen Seite zu verleiten.

Der Grundirrthum, welchen wir bekämpfen, liegt darin, daß man bei einem Systeme, wie das der Blutgefäße, nicht so schlechthin sagen kann: in verengerten Gefäßen müsse das Blut langsamer, oder es müsse darin rascher fließen. Ich habe zu solchen Aussprüchen auch wohl noch ausdrücklich hinzugesetzt gefunden: ceteris paribus müsse sich das so verhalten. Darin liegt eben der Mangel. Die Bedingung: »ceteris paribus« ist gar nicht zu erfüllen. Dies wird nun zu erläutern sein. —

Aus den hydraulischen Sätzen, welche früher auseinandergesetzt wurden, geht es namentlich hervor, daß bei gleichbleibendem Drucke die Bewegung einer Flüssigkeit durch Röhren um so langsamer ist, je enger dieselben sind, bei übrigens gleichen Verhältnissen der Länge u. s. w. Poiseuille fand die Ausflußquanta im Verhältnisse der vierten Potenz des Durchmessers, woraus sich ergiebt daß die Fortschreitung im Verhältnisse des Quadrates der Durchmesser steht. Wir können uns dieses Gesetz auf eine auf die Blutgefäße anwendbare Weise durch ein Instrument versinnlicht denken. Wir bedienen uns eines senkrecht stehenden Cylinders, welcher an seiner Basis verschiedene Ausflußröhren hat. In diesem Cylinder wirkt eine Wassersäule von bestimmter, gleichbleibender Höhe. Diese gleichbleibende Höhe kann dadurch erreicht werden, daß eine Pumpe beständig das unten abgeflossene Wasser wieder in den Cylinder zurückschafft. Setzt man nun bei einer solchen Einrichtung an die Stelle einer der Abflußröhren eine engere, so vermindert sich die Quantität Wassers, welche an dieser Stelle abfließt, nicht bloß im einfachen Verhältnisse des Querschnittes oder des Quadrates des Durchmessers, sondern wie oben gesagt, im Verhältnisse der vierten Potenz des Durchmessers. Es muß hierbei nun, so sehr es sich auch von selbst versteht, doch besonders hervorgehoben werden, daß dabei eine Veränderung des Abflusses durch die übrigen Röhren gar nicht geschehen kann. Die Höhe der drückenden Säule bleibt sich gleich, die Röhren selbst bleiben sich gleich, woher also sollte eine Veränderung kommen? Eine Dunkelheit in diesen Vorstellungen ist offenbar häufig die Ursache gewesen, weßhalb man nicht aufgefaßt hat, daß Verengerung eines Theiles der Blutgefäße nothwendig Verlangsamung der Bewegung durch dieselben zur Folge hat, sobald man sich den arteriellen Druck dabei als gleichbleibend denkt. Es ist einleuchtend, daß dieser Fall in den Blutgefäßen nicht vorkommen kann, als indem gleichzeitig mit der Verengerung eines Theiles der Blutgefäße entweder die Thätigkeit des Herzens (die Quantität von Blut, welche dasselbe in einer bestimmten Zeit in die Arterien treibt), etwas abnimmt oder ein anderer Theil der Capillaren sich erweitert. Verbindet sich mit der Verengerung eines Theiles des Capillargefäßsystemes keine von diesen beiden anderweiti-

gen Veränderungen, so ist es nothwendig, daß der Druck in den Arterien um etwas steigt, denn die Summe der Widerstände hat um etwas zugenommen. Man sieht also, wie unmöglicher Weise von einem »Gleichbleiben der Bedingungen« die Rede sein kann.

Dem Falle nun, daß sich der arterielle Druck gleich bleibe, in welchem man sich die Verlangsamung in verengerten Capillaren als genau nach den Poiseuille'schen Gesetzen vor sich gehend denken kann, muß man sich einen andern, als entschiedenen Gegensatz gegenüberstellen. Das ist der Fall, wo die Bedingungen so angeordnet wären, daß durch Abflußöffnungen, sie mögen sich erweitern oder verengern, stets in gleicher Zeit gleich viel hindurchfließen müßte. Während wir im ersteren Falle die Druckhöhe gleichbleibend, Zu- und Abfluß aber als veränderlich annahmen, würden wir in diesem den Druck als sehr veränderlich nehmen müssen, während Zu- und Abfluß sich gleich bleiben könnten. Denken wir uns z. B. sämmtliche Capillargefäße des großen Kreislaufes gleichzeitig um etwas verengert, lassen wir nach wie vor gleich viel Blut in gleicher Zeit in die Arterien treten, so ist eine bedeutende Erhöhung des Druckes die unmittelbare Folge. Dieser wird so lange zunehmen, bis er fähig ist, in gleicher Zeit so viel Blut auszutreiben, als in die Arterien gelangt. Es ist klar, daß unter solchen Umständen allerdings die Bewegung in den Capillargefäßen um so viel beschleunigt sein würde, als die Querschnitte abgenommen hätten. Es ist aber auch aus den früher besprochenen Verhältnissen der Zunahme der Widerstände mit der Verengerung der Gefäße und der Beschleunigung ersichtlich, daß schon eine sehr geringe Verengerung sämmtlicher Capillaren, wenn sie mit Beschleunigung verbunden sein sollte, eine sehr bedeutende Krafterhöhung voraussetzt.

Von einer Beschleunigung des Blutes unmittelbar durch Verengerung der Capillargefäße, mit Gleichbleiben der übrigen wesentlichen Bedingungen, kann auch hier, wie man leicht sieht, gar nicht die Rede sein.

Da nun aber ein Fall, wie der letzterwähnte: Verengerung sämmtlicher Capillargefäße wohl nicht leicht vorkommt, so müssen wir noch näher auf den Versuch eingehen, die hydraulischen Gesetze auf Fälle, wie sie wirklich vorkommen, anzuwenden. Es kommt ohne Zweifel sowohl im gesunden als kranken Leben häufig vor, daß ein Theil des Capillargefäßsystemes sich erweitert oder verengert. Wenn wir nun untersuchen, wie sich dabei der Capillarkreislauf sowohl an der veränderten Stelle als an anderen gestalten muß, unter der Annahme, daß die Quantität von Blut, welche in einer gewissen Zeit in die Arterien getrieben wird, sich gleich bleibt, so wird man daraus dann leicht entwickeln können, wie sich die Verhältnisse stellen werden, wenn letztere Bedingung nicht erfüllt wird.

Das Resultat einer Lumensänderung in einem Theile der Capillaren ist sehr wesentlich bedingt durch die Größe des Gebietes, in welchem diese Veränderung geschieht. Die Ausdehnung desselben ist häufig sehr gering und war das namentlich, wo man kleine Stellen in entzündlichen Zustand versetzte und diese unter dem Mikroskope beobachtete.

Wir wollen also hierfür eine bestimmte Größe setzen. Es soll ein Antheil der Capillargefäße sich verengern, welcher in seinem gewöhnlichen Zustande $1/_{100}$ des sämmtlichen aus den Arterien entweichenden Blutes durchließ. Die Verengerung soll so bedeutend sein, daß die Durchmesser der Gefäßchen nur noch die Hälfte der früheren betrüge. Denkt man sich dieses Verhältniß ganz plötzlich eingetreten (so daß noch im ersten Augenblicke keine Vermehrung des Druckes in den Arterien stattfinde), so würde die Ge-

schwindigkeit der Bewegung in den verengerten Gefäßen sich zu der früher vorhandenen verhalten, wie 1:4, und die Quantität des durchfließenden Blutes, wie 1:16. In derselben Zeit also, in welcher vor der Verengerung 32 Loth durch diese Gefäße flossen, würden nachher nur noch 2 hindurchgehen. Natürlich kann dies Verhältniß nur als momentan gedacht werden. Denn da das Herz (nach der Voraussetzung) fortfährt, so viel Blut in die Arterien zu treiben, als vorher, der Abfluß aber beschränkt ist, so muß der Druck in den Arterien zu steigen beginnen. Dieses Steigen dauert so lange, bis der erhöhete Druck fähig ist, wieder die Gleichheit zwischen Zu- und Abfluß zu erhalten. Es sind aber $^{15}/_{1600}$ an Blut jetzt mehr durch die Capillargefäße zu treiben, als bei gleichbleibendem Drucke geschehen würde. Dies giebt das Verhältniß an, in welchem der Druck sich zu erhöhen hat. Also: wenn ein Theil der Capillargefäße sich auf die oben beschriebene Weise verengert hat, so steigt der Druck des Blutes nicht ganz um $^{1}/_{100}$. Dies reicht schon hin, um die Geschwindigkeit in sämmtlichen Capillaren so viel zu erhöhen, als nöthig ist. Von der Beschleunigung, welche hierdurch entsteht, trifft natürlich ein Antheil auch die verengerten Capillaren selbst, d. h. in ihnen tritt nicht die volle Verlangsamung von 1:4 ein, sondern eine etwas geringere.

Es ist hieraus hinreichend klar, daß man Beschleunigung in verengerten, Verlangsamung in erweiterten Capillaren, wie man sie bei künstlich bewirkter Entzündung mikroskopisch beobachtet hat, durchaus nicht auf einfache mechanische Weise erklären kann. Wo man das geglaubt hat, da ist immer die fremdartige und verkehrte Vorstellung störend gewesend, daß die Arterie, welche einem entzündeten Theile Blut zuführt, gleichsam ein Bestreben habe, bei allen Veränderungen in den Capillaren des Theiles demselben gleich viel Blut zuzuführen. Diese Vorstellung ist wohl noch dadurch unterstützt worden, daß man an entzündeten Theilen so häufig ein Pulsiren bemerkt, womit man sich dann ein kräftiges Hinzuströmen des Blutes verbunden denkt. Weit entfernt davon ist vielmehr ein solches Pulsiren das unmittelbare Resultat der Stockung. Dies wird theils schon aus der Abhandlung des Pulses verständlich sein, theils noch besonders zu besprechen bei einigen Bemerkungen über die mechanischen Verhältnisse der Blutstockung.

Nur ein Zugeständniß können wir hier machen, was aber durchaus nicht eine Zunahme der Geschwindigkeit in verengerten Gefäßen, sondern nur eine etwas verminderte Abnahme derselben betrifft. Nehmen wir nämlich an, daß die Verengerung sich auf die feinsten Gefäße, in welche sich eine Arterie verzweigt, beschränkt, die Arterie nicht mit betrifft, so wird natürlich das Blut, welches sich in der Arterie nun viel langsamer bewegt, eben deßhalb auch weniger Widerstände in derselben erleiden, es wird deßhalb gegen die Capillaren einen etwas stärkeren Druck ausüben. Auch dies trägt dazu bei, daß unter Verhältnissen, wie wir sie oben angenommen, die Geschwindigkeit in Capillaren, deren Durchmesser auf die Hälfte reducirt ist, nicht ganz bis auf ein Viertel sinkt. Bedeutend kann aber die Wirkung nicht sein, bedeutend würde sie selbst nicht sein, wenn bei Verengerung der Capillaren die Arterie sich gleichzeitig erweiterte, denn die Reibung in den Arterien ist ohnehin schon gering, so daß also Veränderungen derselben keine bedeutenden Resultate haben können.

Es ist aus dem Gesagten leicht zu finden, wie sich die Verhältnisse stellen, wenn statt von Verengerung von Erweiterung die Rede ist, wie ferner die Ausdehnung des Bezirkes, in welchem eine Veränderung stattfindet, und der Grad der Veränderung das Resultat bestimmen.

Wenn wir uns aber zu dem Ausspruche berechtigt hielten, daß die Beschleunigung des Blutes in verengerten Capillaren nicht auf mechanische Weise zu erklären sei, so gilt dies nur von dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse, und wir geben durchaus nicht die Hoffnung auf, daß weitere Beobachtungen hier zu befriedigenden Resultaten führen werden. Die Verlangsamung besonders, welche bei der Entzündung mit der Erweiterung der Capillaren auftritt, bis zu gänzlicher Stockung fortschreitet, bietet schon jetzt einige Haltpunkte dar, an welche sich Reflexionen über die mechanischen Verhältnisse bei diesem Processe anknüpfen lassen. Diese Verlangsamung ist allgemeiner mit Sicherheit nachgewiesen worden, als die vorhergehende Beschleunigung, und daher ist es um so günstiger, daß sie einer hypothetischen mechanischen Erklärung nicht so völlig unzugänglich erscheint, als jene. Der Umstand, daß sich mit der Verlangsamung zugleich eine Anhäufung der Blutkörperchen bildet, deutet auf ein mechanisches Hinderniß, welches nicht so sehr die Blutflüssigkeit, als die Körperchen hemmt. Es läge nun schon sehr nahe, daß die zu- oder abführenden Gefäße, oder beide zugleich eine Verengerung erleiden könnten, während die Capillargefäße sich erweitern. Nehmen wir überall die Erweiterung für Folge einer Erschlaffung, welche einige Zeit nach Einwirkung eines Reizes entsteht, so ist es ja sehr natürlich, daß an Theilen, welche dem Reize etwas ferner liegen, noch Zusammenziehung stattfindet, während die zunächst betroffenen sich schon erweitern. Auch verschiedene Grade der Reizbarkeit könnten dies Resultat haben und somit die Erklärung eine sehr einfache sein. Auch darf man nicht viel Gewicht darauf legen, daß die Verengerungen, von denen hier die Rede ist, noch nicht beobachtet worden sind. Bei dem besten Willen würde die Anstellung genauer Beobachtungen über diese Punkte eine sehr delicate Sache sein. Hätte eine solche Verengerung nur eine Zeitlang bestanden, so würden nachher die angesammelten, verklebten Blutkörperchen schon hinreichen, die Stasis zu erhalten. — Wäre es aber entschieden, daß eine solche mechanische Ursache der Hemmung bei der Entzündung nicht stattfände, so bliebe immer noch übrig, an Veränderungen des Blutes, der Blutkörperchen zu denken. Ohne diese Hypothese, was sehr leicht wäre, weiter ausspinnen zu wollen, erlauben wir uns nur darauf hinzudeuten, daß Veränderung des Blutes an einer Stelle, wo die Gefäße erschlafft sind, die Verhältnisse der Transsudation sich also ändern, eine Nothwendigkeit ist. Ginge nun eine Veränderung vor, bei welcher sich die Schlüpfrigkeit der Blutkörperchen minderte, ihr Zusammenkleben und Anhaften an die Gefäßwände befördert würde, so wäre Grund genug zur Stockung vorhanden. Daß diese nicht sogleich sich auf die Blutflüssigkeit ebenso wie auf die Körperchen beziehen könnte, ist richtig. Aber an der dichten Anhäufung der Blutkörperchen an einer entzündeten Stelle ist es ja auch deutlich, daß sich die Blutflüssigkeit hier noch eine Zeitlang bewegt hat, als die Körperchen schon stockten. Wo plötzlich, z. B. durch einen Druck, die Bewegung der Flüssigkeit wie der Körperchen zugleich gehemmt würde, da könnte eine Ansammlung der letzteren nicht eintreten.

An die Betrachtung der unmittelbaren Folgen, welche Veränderungen der Gefäßdurchmesser für die Bewegung des Blutes haben, schließt sich sehr natürlich eine Reflexion über die Wirkungen einer localen Blutstockung auf den Kreislauf im Allgemeinen. Was wir darüber zu sagen haben, ist zwar wesentlich nur Anwendung schon aufgestellter Grundsätze. Theils wird aber diese Anwendung dazu dienen, die Grundsätze selbst noch klarer zu machen, theils lehrt auch die Erfahrung, daß bei aller Klar-

heit der Principien, von welchen man ausgehen sollte, dennoch die Anwendung derselben so häufig mißverstanden wird. —

Aus der Verschließung eines Gefäßes oder einer Partie von Gefäßen gehen nun verschiedene Wirkungen unmittelbar hervor, theils auf die Gefäße, in welchen das Blut stockt, theils auf die übrigen. Bei der Wirkung auf die übrigen Gefäße ist, besonders wenn die Ursache der Stockung in einer Arterie liegt, noch wieder zu unterscheiden zwischen den ganz allgemeinen Wirkungen und denen auf die Collateralgefäße.

Das Factum, daß unter Umständen die Gefäße, in welchen das Blut stockt, obliteriren, können wir eben nur erwähnen, da es einer Erklärung wenig zugänglich ist. Daß das Blut, welches in einer Arterie stockt, allmälig coagulirt, ist zwar begreiflich. Auch das lehnt sich an die Erfahrungen über das Schicksal coagulirten Blutes im Körper überhaupt an, daß dieses Coagulum allmälig resorbirt wird. Dies kann freilich nicht geschehen, ohne daß das Gefäß dabei zu einem Strange wird. Letzterer Proceß kann aber doch nicht als bewirkt durch die Resorption angesehen werden. Nur bis auf einen gewissen Grad kann die Thätigkeit der elastischen und contractilen Faser der Arterie diese Verengerung begünstigen. Wie dieselbe dann noch weiter fortschreitet, darüber läßt sich nichts wesentlich Förderliches sagen.

Als unmittelbare mechanische Folge einer Blutstockung kann nun aber betrachtet werden eine Aenderung des Druckes innerhalb der Gefäße, in welchen das Blut, noch flüssig, stockt. Wir sahen so eben schon, daß eine Ursache, welche das Durchdringen des Blutes durch die zu einer Arterie gehörigen Capillaren nur erschwert, eine Verengerung dieser Capillaren, schon den Druck des Blutes gegen diese Capillaren etwas vermehrt. Diese Erschwerung des Durchganges bewirkte Verlangsamung in der Arterie und dadurch Verminderung der Reibung. Da nun die Differenz des Druckes an zwei verschiedenen Stellen eines Gefäßes bedingt ist durch die Summe der Widerstände, welche zwischen diesen beiden Punkten bei der Bewegung stattfinden, so muß mit einer Verminderung der Bewegung unter solchen Umständen der Druck an dem peripherischen Ende der Arterie sich nothwendig erheben. Findet völlige Stockung Statt, z. B. durch Verschließung sämmtlicher Capillargefäße, durch welche eine Arterie ihr Blut entleeren kann, so ist die nothwendige Folge, daß ein gleicher Druck eintritt von der Stelle der Verschließung an aufwärts bis zu dem Punkte, wo die zuführende Arterie des Theiles mit anderen Arterien zusammenhängt, in welchen das Blut fließt. Es findet also eine Erhöhung des Druckes Statt, welche um so mehr den vorher stattgefundenen übersteigt, je mehr eine Stelle von dem Ursprunge der Arterie entfernt, je näher sie den Capillargefäßen oder (allgemeiner gefaßt) der Stelle liegt, wo die Hemmung stattfindet. Es versteht sich von selbst, daß damit mehr oder weniger Ausdehnung dieser Stellen nothwendig verbunden ist und daß also eine vollständige Stockung erst stattfindet, wenn sich diese dem Drucke entsprechende Ausdehnung völlig hergestellt hat.

Diese Erhöhung des Druckes, Ausgleichung desselben in einem mit den Arterien zusammenhängenden Theile des Blutgefäßsystemes, in welchem das Blut stockt, findet nun selbst dann Statt, wenn die Ursache der Stockung in den Venen liegt. Dabei ist nur natürlicher Weise die Bedingung zu beachten, daß sämmtliche Venen, welche das Blut von einem Theile abführen, verstopft sein müssen. Diese Bedingungen erfüllt ein schon erwähnter Versuch von Poiseuille. Derselbe ist in Magendie's leçons sur les phénomènes physiques de la vie (Tom. III. p. 181) folgendermaßen erwähnt:

Pour bien apprécier la force progressive des colonnes liquides, soit dans les artères soit dans les veines, pour pouvoir la comparer dans chacun de ces systèmes avec quelque précision, il faut forcer le sang, lancé par un tuyau unique à revenir vers la pompe par un tuyau également unique. C'est ce qu'a fait M. Poiseuille: après avoir isolé la veine et l'artère crurales il a suspendu la circulation dans la cuisse au moyen d'une ligature fortement serrée autour du membre et il a vu l'instrument appliqué sur la veine indiquer une pression égale à celle de l'artère.

Ich führe diese Stelle wörtlich an, weil ich durchaus nicht verstehe, was Magendie aus dem Versuche folgert. Was aber daraus gefolgert werden muß, ist sehr einfach: die Differenz des Druckes in Arterien und Venen ist die Ursache der Bewegung des Blutes aus ersteren in letztere. Wird der Abfluß aus den Venen gehemmt (und das geschah hier, indem die einzige nicht comprimirte Vene durch den Blutdruckmesser verstopft wurde), so sammelt sich dasselbe so lange in denselben an, bis der Druck dem arteriellen gleich geworden ist. Diese Gleichheit könnte nicht erreicht werden, wenn nicht selbst eine sehr geringe Druckdifferenz noch die Bewegung in den Capillaren zu erhalten vermöchte. Durch diese letztere Schlußfolgerung wird dieser Versuch sehr wichtig, wie wir schon früher bemerkt haben. Denn wenn es nicht die Differenz des Druckes zwischen Arterien und Venen, wenn es nicht der arterielle Druck wäre, welcher das Blut durch die Capillaren treibt, wenn in den Capillaren eine eigenthümliche Thätigkeit wäre, welche das Blut bewegte, woher sollte denn die Gleichheit des Druckes zwischen Venen und Arterien kommen, wenn der Kreislauf stockt? — Zur Kritik des Versuches, wenn er für unsere Schlußfolgerungen dienen soll, muß noch bemerkt werden, daß die Compression der Arterien bis auf eine, welche Magendie zu verlangen scheint, ganz gleichgültig ist. Ob sie für Magendie's Folgerungen gleichgültig ist, kann man nicht sagen, da diese, wenigstens uns, unverständlich sind.

Neben diesen Versuch kann man die alltägliche Erfahrung des Aderlassens stellen. Wenn nach gehöriger Vorbereitung eines Gliedes die Venen stark angeschwollen sind und nun durch einen geschickten Einschnitt die Vene geöffnet wird, so spritzt unter günstigen Umständen das Blut in einem weiten Bogen aus. Dieser Bogen wird aber bald kürzer und bald rieselt das Blut nur noch über den Wundrand. Diese Erscheinungen folgern sich einfach und nothwendig aus der Theorie des Kreislaufes. Ist die Ligatur so angelegt, daß sie die Venen fast oder gänzlich comprimirt, geräth das Blut fast in's Stocken, so erhebt sich der Druck zugleich. Sind die Venen gänzlich comprimirt, so kann er dem arteriellen gleich werden. Sobald die Vene aber geöffnet wird, sobald einiges Blut aus dem Venennetze des Vorderarms hinausgeschnellt ist, hört die Spannung auf, der Druck kann durch das nachrückende Blut nicht auf gleicher Höhe erhalten werden, denn eben indem sich dieses bewegen muß, wird ihm durch die Widerstände ein Theil der Kraft entzogen. Oder wenn man den Satz umkehren will: es könnte kein Blut aus den Arterien in die Venen nachrücken, wenn nicht der Druck in den Venen durch die gemachte Oeffnung geringer würde.

Man kann nun als allgemeines Gesetz aufstellen, daß der Druck in einem Theile des Blutgefäßsystemes, in welchem das Blut stockt, bestimmt wird durch den Druck an den Theilen des übrigen Blutgefäßsystemes, mit welchen jener in offener Verbindung steht. Wird eine Arterie comprimirt, so wächst der

Druck oberhalb der Compression um etwas, unterhalb nimmt er so lange ab (falls keine arteriellen Anastomosen da sind), bis er dem in den Capillaren stattfindenden gleich wird. Bekommen aber die letzteren eben nur durch die comprimirte Arterie Blut, ist es ein natürlich oder künstlich isolirtes Organ, so dauert die Entleerung der Arterie und die Abnahme des Druckes in derselben so lange fort, bis derselbe dem in den Venen gleich geworden ist.

Es ist begreiflich, daß eine bloße Erschwerung der Blutbewegung an irgend einer Stelle eine Annäherung an dieselben Verhältnisse hervorbringen muß. In diesem Sinne muß man die Pfortadercirculation auffassen, um sich einen ganz klaren Begriff von derselben zu machen. Nehmen wir an, daß die Verästelung der Pfortader in der Leber eine ähnliche Hemmung auf diese Vene ausübte, als es durch eine mäßige, nicht ganz vollständige, Compression einer Vene geschehen kann, so ergiebt sich daraus eine Verlangsamung in den Haargefäßen der Gedärme, eine derselben entsprechende Verminderung der Differenz zwischen dem Drucke in den Arterien und in der Pfortader durch Erhöhung des Druckes in der letzteren. Deßhalb nun, weil ein höherer Druck, als in anderen Venen, in der Pfortader stattfinden muß, wird auch eben das Blut dieser Vene fähig, durch die Leber zu circuliren. Wir erinnern hier daran, daß wir mehrfache Belege für die Ansicht beigebracht haben, daß selbst sehr geringe Differenzen des Druckes noch fähig sind, Bewegung des Blutes durch ein Capillarsystem zu bewirken. Es ist also ganz klar, daß die Bedingungen vorhanden sind, um die Pfortadercirculation in Bewegung zu setzen, daß diese Bedingungen nirgends gesucht zu werden brauchen, als im Herzen. Es ist ferner sehr klar, weßhalb die Pfortader stärker, als andere Venen, gebaut ist; der Druck in ihr muß stärker, ihre Resistenz also bedeutender sein. Schon Hales fand auch wirklich den Druck in dem Pfortadersysteme bedeutender, als in anderen Venen. Ein Experiment, um die Richtigkeit dieser Behauptung zu controliren, muß aber natürlich immer an einer Vene angestellt werden, welche durch hinreichende Anastomosen mit anderen zusammenhängt; man muß bei diesem Versuche die Steigerung des Druckes vermeiden, welche eben dadurch bewirkt werden kann, daß der Blutdruckmesser eine Vene verstopft. Wir haben schon gesehen, daß unter solchen Umständen der Druck in einer Vene bis zum arteriellen anwachsen kann. Unter solchen Verhältnissen würde also von einem Unterschiede des Druckes im Pfortadersysteme und anderen Venen nicht die Rede sein können.

Es ist nun sehr möglich, daß die vergleichende Anatomie uns allmälig noch mit mehreren als den schon bekannten[1]) herzartigen Unterstützungsorganen des Pfortaderkreislaufes bekannt machen wird. Diese beweisen dann weiter nichts, als daß bei den Thieren, bei welchen wir sie finden, eine raschere Pfortadercirculation beabsichtigt worden ist, als sie ohne diese Organe sein würde. Sie sind aber außerdem geeignet, einigermaßen auf den Unwerth der Ansichten aufmerksam zu machen, welche das Herz nicht als Ursache des Kreislaufes ansehen wollen. Wenn das Herz nicht diese Function hätte, sondern z. B. vorzüglich die, das Blut zu mischen, was von den verschiedenen Körpertheilen kommt, so würde doch wohl bei besonderen Schwierigkeiten des Kreislaufes nicht gerade wieder eine ähnliche Form angewandt worden sein. Dem Caudalvenenherzen des Aals würde man doch auch wohl schwerlich die Function der Blutmischung zuschreiben wollen.

---

[1]) Vgl. die Zusammenstellung der bis jetzt bekannten supplementären herzartigen Organe bei Wirbelthieren von J. Müller in seinem Archive. 1842. S. 477.

Wir haben nun zu überlegen, welche Wirkung die Hemmung des Kreislaufes in einem Theile der Blutgefäße auf die Bewegung des Blutes in den übrigen Gefäßen haben muß.

Eine allgemeine Wirkung wird hervortreten, besonders wenn etwa ein bedeutender Theil der Gefäße in Ruhe versetzt worden ist, als Steigerung des Druckes in den Arterien. Wenn z. B. eine bedeutende Arterie unterbunden worden ist, die Capillargefäße des übrigen Körpers sich nicht verändert haben, das Herz fortfährt, in bestimmter Zeit ebenso viel Blut in die Arterien zu treiben, als vorher, so muß nothwendig das Blut in den Capillaren, zu welchen ihm noch der Zutritt frei ist, rascher fließen als vorhin. Dies setzt voraus, daß sich der Druck in den Arterien, wie schon dargestellt ist, allmälig so weit erhöht, um diesen raschen Abfluß zu unterhalten.

Daher wird denn freilich auch der Druck des Blutes gegen eine Unterbindungsstelle stärker sein, als er früher an dieser Stelle war. Magendie hat diesen Gegenstand mehrfach erwähnt. Die Art, wie er dies thut, indem z. B. wiederholt von einem Kampfe des Blutes gegen die Unterbindungsstelle die Rede ist, dürfte nicht sehr geeignet sein, das Begreifen dieser Erscheinungen nach mechanischen Principien zu befördern. — Es braucht hier weiter nicht die Rede davon zu sein, daß bei Beobachtungen an Menschen wie an Thieren die Aufregung derselben, eintretendes Fieber u. s. w., in ihren Wirkungen auf Herz und Capillargefäße die Erscheinungen verändern, sie namentlich verstärken können. Wie dies geschieht, ist aus früheren Betrachtungen durchaus verständlich. —

Eine besondere Betrachtung verdient nun aber noch der Einfluß, welchen Hemmung des Kreislaufes durch Unterbindung u. s. w. einer Arterie auf die Collateralgefäße derselben hat. Es ist natürlich nicht mechanisch zu erklären, weßhalb diese Gefäße sich allmälig stärker entwickeln. Wohl aber ist es sehr leicht begreiflich, daß das Blut in denselben augenblicklich schneller fließen muß, so wie ein Arterienstamm unterbunden ist, mit dessen Verzweigung sie durch feinere oder stärkere Anastomosen zusammenhängen. Wir wissen, daß in einer Arterie unterhalb ihrer Unterbindungsstelle der Druck allmälig sinken muß, bis er dem in den Venen stattfindenden gleich wird, wenn dieser Theil der Arterie nicht durch Anastomosen mit anderen Arterien verbunden ist. Finden sich aber Anastomosen, so wird je nach deren relativer Größe dieses Sinken des Druckes verhindert, indem jetzt das Blut in der Anastomose, gleichviel in welcher Richtung es früher lief, jedenfalls sich gegen das oberhalb unterbundene Gefäß richten muß. Hierdurch erhalten also die Collateralgefäße einen erweiterten Capillarbezirk. Wenn sich nun die Bewegung in den Collateralgefäßen nicht beschleunigte, so würde eine Absurdität entstehen. Indem nämlich die Anzahl der Capillargefäße, in welche sie ihr Blut ergießen, bedeutend vermehrt ist, würde sich das Blut in diesen Capillaren viel langsamer, als früher, bewegen. Es würde also derselbe Druck jetzt eine geringere Wirkung haben, als früher. Dies ist unmöglich. Es muß vielmehr das Blut in den Collateralgefäßen sich so weit beschleunigen, daß in den Capillaren, zu welchen sie Blut treiben können, eine Bewegung entsteht, welche jedenfalls höher ist, als die bezeichnete. Es kann sich nun diese Bewegung derjenigen, welche vor der Unterbindung stattfand, mehr oder weniger annähern, sie kann dieselbe nie ganz erreichen, weil eben durch die Beschleunigung in den Collateralgefäßen hier eine vermehrte Reibung eintritt, das Blut also in die Capillaren schon mit etwas verminderter Kraft eintritt. In welchem Grade diese Verminderung stattfindet, hängt von der Zahl und Weite der Collateralgefäße und der Anastomosen ab. Wenn

z. B. die A. iliaca externa unterbunden würde, und die A. femoralis nicht verschiedene andere bedeutende Anastomosen besäße, so würde das Blut der A. mammaria interna mit großer Geschwindigkeit durch die Anastomosen in die A. epigastrica und durch diese in die femoralis fließen, auf ähnliche Weise, wie es durch diese Gefäße gehen müßte, wenn die A. epigastrica bei ihrem Ursprunge unterbunden und oberhalb durchschnitten würde. Indem sich dasselbe dann in den Zweigen dieser Arterie verbreitete, würde es natürlich in denselben nur eine sehr geringe Bewegung bewirken können.

Die Entwicklung der Collateralgefäße hilft dann allmälig den Mängeln ab, welche beim Eintreten des Collateralkreislaufes noch stattfinden können.

Wo aber die Natur schon vom Anfange an durch starke Entwicklung arterieller Gefäße und Verbindungen den Eintritt des Collateralkreislaufes erleichtert hat, da bemerkt man selbst bei empfindlichen Organen zuweilen nicht einmal eine Herabstimmung ihrer Thätigkeit. Bei Unterbindung einer Carotis haben z. B. Einige einen Einfluß auf die Stimmung des Thieres bemerkt, Andere nicht.

Nach allem bisher Gesagten bleibt nun über

die Bewegung des Blutes in den Venen

nur wenig zu sagen übrig. Die Eigenthümlichkeiten, durch welche sich diese Gefäße von den Arterien unterscheiden, sind aus ihrer Stellung zum Kreislaufe zum Theil begreiflich. Ihre geringere Starrheit, weil sie einen geringen Druck erleiden; ihre Klappen, weil sie durch Lage, Beschaffenheit und geringe Spannung mechanischen, hemmenden Einflüssen von außen leicht ausgesetzt sind. Die Bedeutung dieser Klappen, welche als die auffallendste anatomische Besonderheit an den Venen angesehen werden können, läßt sich mit wenigen Worten erledigen. Ihrer ventilartigen Natur nach können sie nur dann eine Function ausüben, wenn in einer Vene eine Rückwärtsbewegung eintritt. Diese kann bei den schlaffen Venenwandungen leicht stattfinden. Sie kann eintreten bei den oberflächlich liegenden Venen durch Druck, welcher auf die Haut wirkt, bei den Venen, welche zwischen Muskeln gelagert sind, durch Contraction der Muskeln. Daß die Klappen in dieser Absicht angelegt sind, ergiebt sich aus ihrer Vertheilung im Körper, indem sie den Venen, welche solchen äußeren Einflüssen nicht ausgesetzt sind, fast durchaus fehlen. Es ist in dieser Hinsicht besonders wichtig, daß das Pfortadersystem sie nicht besitzt. Wenn wir dieses Factum nicht hätten, so wäre bei gänzlicher Vernachlässigung der Ueberlegung: unter welchen Umständen ein Ventil überhaupt wirken kann, wohl auch an die Deutung der Klappen zu denken, daß sie die schädliche Wirkung der Schwere der venösen Blutsäule aufheben sollten. Denn allerdings sind besonders die aufsteigenden Venen mit Klappen versehen, die Venen des Kopfes dagegen wenig. Diese besitzen [1]) fast nur da Klappen, wo sie einen weniger absteigenden Verlauf haben.

Daß eine solche Beziehung zur Schwere aber nicht eigentlich den Zweck der Klappen ausdrücken kann, ergiebt sich, wie gesagt, aus ihrer Ventilnatur. Ein Vergleich möchte vielleicht zweckmäßig sein, dies noch zu erläutern. Wenn nämlich durch Ventile auf solche Weise, wie man es häufig ausgesprochen hat, die Wirkung der Schwere aufgehoben werden könnte, so hätte man darin ein Mittel zur Erleichterung des Wasserauspumpens aus großen Tiefen, was in

[1]) Krause, Anatomie. Zweite Auflage. S. 909.

gar vielen Gelegenheiten angewandt werden würde, wenn es eben möglich wäre. Man hätte ja bei einer Röhre, und wäre sie Tausende von Fußen tief, nur in kleinen Entfernungen (von nicht über 32 Fuß) Ventile anzubringen, um am oberen Ende derselben mit einem einfachen Saugkolben das Wasser zu heben! Das ist aber unmöglich, weil im Augenblicke, in welchem die Flüssigkeit in aufsteigender Bewegung ist, nothwendig alle Ventile offen stehen, die Säule ein Continuum bildet.

Wenn wir daher jene Verhältnisse, welche eine Beziehung der Klappen zur Schwere anzudeuten scheinen, berücksichtigen wollen, so läßt sich nur sagen, daß die Klappen besonders da entwickelt sind, wo nicht die Schwere des venösen Blutes selbst dazu wesentlich beiträgt, die von außen eingreifenden Hemmungen unschädlicher zu machen, sondern vielmehr in demselben Sinne wirkt, wie diese.

Wenn wir die Geschwindigkeitsverhältnisse in den verschiedenen Venen genauer kennten, so würden wir entscheiden können, ob häufige Muskelcontractionen eines Gliedes vermittelst der Venenklappen fördernd auf die Blutbewegung wirkten. Es ist bekannt, daß Muskelzusammenziehungen das Fließen des Blutes bei der Venäsection fördern. Hier sind aber die Bedingungen zu verwickelt, um aus der Erscheinung mit Sicherheit etwas zu folgern.

Die Wirkung der Schwere kann als ziemlich gleichgültig für die Bewegung des Blutes in den Venen betrachtet werden, wie sie es für die Bewegung in den Arterien ist. Mag ein Organ höher oder tiefer liegen, als das Herz, die arterielle Säule auf- oder absteigend sein, die venöse ab- oder aufsteigen, diese beiden haben stets gleiche Länge. Wenn in den Arterien nicht der von der Herzthätigkeit herrührende Druck stattfände, so würde das Blut in allen Gefäßen in Ruhe sein, alle arteriellen und venösen Säulen würden sich das Gleichgewicht halten. Der Druck, welcher nun aber in den Arterien durch das Herz hervorgebracht wird, tritt hier, z. B. in den absteigenden Arterien, zu dem durch die Schwere bewirkten Drucke hinzu, so daß an jeder Stelle der absteigenden Arterie ein bedeutenderer Druck stattfindet, als an gleich hoch liegenden Stellen der Venen. Dieses Plus von Druck bewirkt die Bewegung von ersteren gegen letztere Stellen hin. Man kann also nur insofern die Schwere des Blutes als eins der Momente aufzählen, welche die Bewegung des Blutes in den aufsteigenden Venen erschweren, als man sie für die absteigenden Arterien als Beförderungsmittel in Anschlag bringen kann.

Nur da könnte also die Schwere des Blutes bei der Bewegung dieser Flüssigkeit besonders in Berechnung kommen, wo eine Störung im Gleichgewichte einträte. Solche Störungen können als Beförderung des Kreislaufes gedacht werden. Wenn z. B. durch Contractionen von Schenkelmuskeln einzelne Venenstücke wiederholt ausgeleert werden, so kann dies, nach der Einrichtung der Klappen, nur nach oben hin geschehen. Die Theile der Venen, welche auf solche Weise von Blut mehr oder weniger entleert worden sind, werden sich dann von unten besonders leicht und rasch wieder füllen können, indem das in sie eindringende Blut nicht zugleich die darüber befindliche Säule zu tragen hat, welche unter solchen Umständen theils momentan auf den Klappen ruhen, theils durch die Spannung des Theiles der Vene, in welchen es durch den Muskeldruck hineingehoben und gepreßt ist, fortgeschoben werden wird. — Es ist wohl begreiflich, daß ein ähnlicher Gewinn für die Circulation, so gering er auch ist, nicht erreicht werden kann durch eine Saugkraft des Herzens. Es ist nicht denkbar, daß durch eine Saugwirkung des Herzens ein Theil der Venen eigentlich entleert werden könnte. Dieselben können dadurch nur bis auf

einen gewissen Grad collabiren, was denn in dem Gleichgewichte des Druckes nichts ändert, da für dasselbe die Querdurchschnitte der zu tragenden Säulen gleichgültig sind.

Aus diesen Bemerkungen über die Wirkungen der Schwere in der Circulation ist es zu entnehmen, daß es mindestens unvorsichtig ist, sich über die Anschwellungen der Venen an den unteren Extremitäten, Oedeme dieser Theile u. s. w., so auszudrücken: daß sie daher rühren, daß die Blutbewegung in den Venen dieser Theile durch die Wirkung der Schwere belästigt sei. Allerdings aber wirkt hier die Schwere des Blutes, wie die Schwere jeder Flüssigkeit an den tiefsten Punkten der Behälter wirkt, mag eine Bewegung in der Flüssigkeit stattfinden oder nicht. Dieser Druck des Blutes in den Blutgefäßen der unteren Extremitäten wird durch horizontale Lage aufgehoben. Auf den Kreislauf hat diese Lage aber keine andere unmittelbare Wirkung, als daß etwa die Venen der tieferen Körpertheile, wenn sie durch jenen Druck der Schwere etwas ausgedehnt waren, sich alsbald etwas zusammenziehen. Zur Versinnlichung kann die beistehende Figur dienen. Wenn das Röhrenstück C bei a und b so an A und B angepaßt ist, daß es an A und B wie an horizontalen Axen gedreht werden kann, so ist es für die Bewegung einer Flüssigkeit aus A durch C nach B ganz gleichgültig, ob dieses Mittelstück sich in senkrecht herabhängender, senkrecht stehender oder horizontaler Lage befindet, während der Druck der Schwere in den beiden Schenkeln c und d mit diesen verschiedenen Lagen immer ein anderer wird.

Diesemnach kann auch eine besondere Beziehung zwischen der Lage des Körpers und dem Drucke des Blutes auf das Gehirn nicht verkannt werden. Davon später noch ein Wort.

Der Druck des Blutes in den Venen, soweit er unabhängig von der Schwere sich findet, ist mehrfach, namentlich von Poiseuille, untersucht worden. Derselbe ist unter einigermaßen normalen Verhältnissen immer viel geringer, als in den Arterien. Er muß ferner von den Venenanfängen bis in die größeren Venen immer geringer werden. Nahe am Herzen muß er schwanken, indem die Entleerung der Venen in das Herz nicht continuirlich geschieht. Nach einigen Versuchen scheint er während der Diastole des Herzens, namentlich wenn diese mit der Inspiration zusammentrifft, selbst unter den atmosphärischen herabzusinken. Es scheint sehr natürlich zu sein, daß der Druck in dem Systeme der unteren Hohlvene im Allgemeinen bedeutender ist, als in dem der oberen Hohlvene. Da die Stämme des ersteren Systemes hauptsächlich im Abdomen liegen, so sind sie dem Drucke ausgesetzt, welchen die muskulösen Bauchwandungen wechselsweise von oben und von den Seiten gegen die Baucheingeweide ausüben. Der Druck des Blutes in den Venen muß nun natürlich diesem äußeren Drucke angemessen sein, da dieselben sonst zusammengedrückt werden würden. Es muß der Druck in den Venen, welche in das Abdomen eintreten, ebenfalls hierdurch bestimmt werden, da sich sonst das Blut aus ihnen nicht in die Stämme im Abdomen ergießen könnte.

Wir können es aber überhaupt als allgemeines Gesetz hinstellen, daß in einem zusammenhängenden Venensysteme der Druck des Blutes in Venen, welche, von verschiedenen Theilen herkommend, zusammenmünden, sich in gewisser Hin-

sicht ausgleichen muß. Es können nämlich nicht zwei Venen sich in einem Stamme vereinigen, ohne daß der Druck in ihnen gleich wird. Nehmen wir an, daß in einer Vene A vor ihrer Vereinigung mit einem Stamme der Druck = 100 sei und in dem Stamme an der Einmündungsstelle = 99. Mündet an derselben Stelle noch eine andere Vene in diesen Stamm, so muß der Druck in dieser mindestens über 99 sein, wenn sich Blut aus ihr in den Stamm ergießen soll. Ist er nun aber nicht = 100, so wird der Strom aus der ersten Vene stärker sein, eine bedeutendere progressive Bewegung haben. Aus der Natur des Raumes, in welchem sich das Blut befindet, ergiebt sich, daß ein solcher stärkerer Erguß aus einem Aste in einen Stamm nicht stattfinden kann, ohne den Erguß aus den übrigen Aesten zu beschränken. Jede Beschränkung des Abflusses aus einer Vene bedingt aber Steigerung des Druckes in derselben. So ist es also deutlich, daß ein gewisser Druck in einer Vene, welche mit einer andern zusammenmündet, einen ebenso hohen Druck in dieser erzeugen wird. Wir können auch sagen, daß der Druck an zwei sehr wenig von einander entfernten Punkten bei ruhiger Circulation nur sehr wenig verschieden sein kann. Setzen wir die Verschiedenheit zwischen 99 und 100 als eine äußerst kleine, indem wir einen Punkt in dem einen Aste mit einem Punkte im Stamme vergleichen, welche sich unter einander sehr nahe liegen, so muß in dem andern Aste, welcher in gleicher Höhe in den Stamm mündet, ebenfalls sehr nahe der Einmündung eine Stelle sich befinden, an welcher der Druck = 100 ist.

Hieraus läßt sich ein wichtiger Nutzen der Einrichtung folgern, daß die beiden Hauptvenensysteme getrennt von einander in das Herz einmünden.

Wäre dies nicht der Fall, wäre das Körpervenensystem, wie das arterielle, nur durch einen Hauptstamm mit dem Herzen in Verbindung gesetzt, so würden wir die Circulation derjenigen Theile, welche ihr Blut an die obere Hohlvene abgeben, noch leichter und stärker vom Abdomen aus unregelmäßig afficirt werden sehen, als das ohnehin geschieht, sie würde überhaupt von der Circulation in den übrigen Körpertheilen in einem Maße abhängig sein, welches die Natur durch die Bildung zweier Hauptvenenstämme wahrscheinlich hat vermeiden wollen.

Man kann es wahrscheinlich finden, jedenfalls ist es möglich, daß der Druck des Blutes in den beiden Hauptvenenstämmen in der Regel nicht gleich ist. Eine Wahrscheinlichkeit dafür scheint mir in dem schon erwähnten Umstande zu liegen, daß die Hauptmasse der großen Venen, welche dem unteren Hohlvenensysteme angehören, der Wirkung der Bauchmuskeln ausgesetzt ist. Das Blut in denselben muß eine dieser Wirkung entsprechende Spannung besitzen und wird deßhalb wahrscheinlich auch noch mit einem gewissen Drucke sich in das rechte Herz ergießen. Wäre nun die obere Hohlvene mit der unteren zu einem Stamme verbunden, so würde sich aus der oberen kein Blut in diesen Stamm ergießen können, ohne daß es denselben Druck hätte.

Bedenkt man nun namentlich, daß der Druck der Bauchmuskeln ein sehr wechselnder ist, daß er bei manchen Anstrengungen ein sehr bedeutender wird, so könnten aus einem solchen Verhältnisse Störungen hervorgehen, welche, namentlich als Störungen der Circulation des Kopfes, des Gehirns, gefährlich werden könnten. Wir bemerken bei starker Action der Bauchmuskeln eine Ueberfüllung der Blutgefäße des Kopfes mit Blut. Dies kann zum Theil daher rühren, daß bei einer Vermehrung des Druckes von außen auf einen Theil des arteriellen Systemes sich der Druck in sämmtlichen Arterien begreiflicher Weise steigern muß; theils rührt es ohne Zweifel daher, daß unter einem

solchen Drucke der Bauchmuskeln die Venen, welche derselbe zunächst trifft, ihr Blut mit vermehrter Kraft in das Herz treiben. Dadurch ist nämlich allerdings das Blut der oberen Hohlvene nicht vom Herzen ausgeschlossen, es wird sich aber weniger aus derselben ergießen können, als unter gewöhnlichen Verhältnissen, weil der Vorhof, vermöge des verstärkten Stromes aus der unteren Hohlvene, sich rascher füllt. In der Zeit, deren derselbe zur Füllung bedarf, wird also die obere Hohlvene weniger Blut, als sonst, hineinergießen können.

Dauert ein solches Verhältniß längere Zeit, so wird dann freilich der Druck in der oberen Hohlvene durch die verminderte Entleerung so steigen, daß sich vielleicht wieder das frühere Verhältniß der Quantitäten, welche die beiden Venen in das Herz ergießen, herstellt. Doch dürfte dies nicht völlig erreicht werden können, indem mit dieser Vermehrung des Druckes eine Verlangsamung der Blutbewegung in dem Systeme der oberen Hohlvene nothwendig verbunden wäre. Wäre nun aber die obere Hohlvene mit der unteren zu einem Stamme vereinigt, so würden diese Wirkungen entschieden rascher auftreten. Wenn der Druck sich im Systeme der unteren Hohlvene vermehrte, so würde sich aus der oberen Hohlvene so lange gar kein Blut in den gemeinschaftlichen Stamm ergießen können, bis durch die Stagnation der Druck in derselben so hoch gestiegen wäre, wie in der unteren Hohlvene. Wäre dies erreicht, so würde dann das Ausströmen aus beiden Systemen allerdings wieder allmälig sein früheres Verhältniß erreichen, es würde aber dabei eine Erhöhung des Druckes von den Bauchmuskeln aus sich fast unmittelbar auf alle Organe des Körpers fortgepflanzt haben.

Diese temporären Zustände scheinen geeignet, um eine Anschauung des Einflusses zu gewinnen, welchen die untere Hohlvene auf die obere hat, und des größeren, welchen sie haben könnte, wenn sich die beiden nicht getrennt in den Vorhof mündeten. Besonders wichtig wäre es aber, wenn wirklich, wie wir vermuthen, bei der ungestörten Circulation der Druck in beiden Venen ungleich wäre. Es ist begreiflich, daß dadurch die Circulation im Systeme der obern Hohlvene begünstigt wäre, um so mehr, als die Venen desselben bei Erschlaffung des Vorhofes sich zum Theil durch die Schwere des Blutes entleeren können. Denn indem es hierdurch möglich ist, zu denken, daß das Blut in einem Theile dieses Venensystemes sich großentheils ohne vis a tergo bewegt, ist durch den arteriellen Druck das Blut nur bis in die Venen zu treiben. Es darf diese Bewegungskraft in den Venenanfängen schon consumirt sein und kann daher in den Arterien und Capillaren eine raschere progressive Bewegung unterhalten. —

Einiges Andere, was noch zu den Eigenthümlichkeiten der Blutbewegung in den Venen gerechnet werden kann, findet auch eine natürliche Stelle in unserem Abschnitte:

Ueber das Verhältniß der Blutgefäße und der Blutbewegung zum atmosphärischen Drucke.

Die ganze Oberfläche eines an der Luft lebenden Organismus ist dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzt, und wir können wohl mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Weichtheile des Körpers im Zustande der Ruhe im Allgemeinen denselben Druck auf einander ausüben, ungefähr wie die Theile einer tropfbaren Flüssigkeit, auf deren Oberfläche der atmosphärische Druck wirkt, denselben auch unter einander ausüben müssen. Wie sich durch die Weichtheile des Organismus der Druck, ähnlich wie in einer Flüssigkeit, fortpflanzt, dar=

über belehren uns unter anderen die Weber'schen Untersuchungen über das Hüftgelenk.

Bei solchen Verhältnissen in den Weichtheilen würde nun natürlich auch das Blut in allen Theilen des Körpers mindestens den Druck einer Atmosphäre erleiden, wenn auch gar keine Thätigkeit des Herzens stattfände. Man wird leicht begreifen, daß die in der Haut verbreiteten Gefäße dem atmosphärischen Drucke nicht entzogen sein können. Von diesen aus aber müßte derselbe schon sich auf die ganze Blutmasse verbreiten, er müßte vermittelst der Blutgefäße auf die mehr nach innen liegenden Weichtheile übertragen werden, wenn er nicht schon direct durch die Weichtheile hindurch wirkte. Tritt nun die Thätigkeit des Herzens zu diesen Verhältnissen, so entsteht der erhöhete Druck in den Blutgefäßen, namentlich in den Arterien. Von diesem wissen wir, daß er innerhalb der Gefäßwandungen stattfindet. Wie verhalten sich dabei nun diese Wandungen gegen ihre Umgebungen? Es ist wohl die einfachste Annahme, daß zwischen ihnen und den umgebenden Geweben der Druck meist gleich dem atmosphärischen ist, so daß der Ueberschuß von Druck, welcher mehr oder weniger in den Gefäßen stattfindet, durch die Spannung der Wandungen aufgehoben wird. Die Erfahrung wird uns hierüber nicht viel Aufschluß geben können, aber diese Ansicht der Sache ist so einfach, daß sie sich dadurch wohl genügend empfiehlt, um versuchsweise zu Folgerungen benutzt werden zu können.

Da nun die Circulation des Blutes wesentlich auf der Druckdifferenz zwischen Arterien und Venen beruht, diese aber ohne allen Druck der Atmosphäre ebenso gut würde bestehen können, als mit demselben, so kann man den Druck der Atmosphäre für einen großen Theil der Erscheinungen des Kreislaufes als gleichgültig ansehen. Dies hat Magendie auch zu seiner Ueberraschung gefunden, als er Frösche in einem Apparate, welcher die mikroskopische Untersuchung erlaubte, einem verschiedenen Luftdrucke aussetzte, wie in den leçons sur les phénomènes physiques de la vie mitgetheilt wird. Es ist nur schwer zu begreifen, nach welchen physikalischen Gesetzen Magendie ein anderes Resultat erwarten konnte. Auch ist es ja erfahrungsmäßig, daß selbst der menschliche Organismus bedeutende Veränderungen des atmosphärischen Druckes erträgt, deren Grenzen, so weit wir sie kennen, durch die niedrigsten Barometerstände auf den höchsten Bergen und durch den hohen Druck im Tauchapparate gegeben sind. Wenn sich im menschlichen Körper unter solchen Umständen abnorme Erscheinungen zeigen, wenn diese auch im Bereiche der Circulation hervortreten, so kann es uns doch nicht beikommen, darin eine unmittelbare physikalische Einwirkung auf die Circulation sehen zu wollen.

Wenn wir aber den auf die Blutmasse wirkenden atmosphärischen Druck im Allgemeinen als gleichgültig für die Erscheinungen der Circulation betrachten müssen, so würde dies nicht mehr der Fall sein, wenn locale Veränderungen in der Einwirkung dieses Druckes stattfänden. Wir wissen, daß Verminderung des Druckes auf eine Hautstelle (Auffetzen eines Schröpfkopfes) eine Ausdehnung der Gefäße an dieser Stelle zur Folge hat; das Blut wird durch den Druck, welchen es an anderen Stellen erleidet, genöthigt, nach einem solchen Punkte hinzuströmen, und dehnt die Gefäße aus, welche an ihrer Außenfläche von Geweben umgeben sind, welche einen geringeren, als den atmosphärischen, Druck ausüben, weil ein geringerer Druck auf sie wirkt. Die Gefäße dehnen sich aus, nicht durch eine Ausdehnung des Blutes, sondern durch eine Vermehrung desselben in ihnen.

Locale Schwankungen des atmosphärischen Druckes werden also locale Schwankungen der Blutfülle zur Folge haben müssen. Wenn nun die Gefäße, welche sich unter solchen Verhältnissen befinden, durch Ventile so eingerichtet wären, daß das Blut in ihnen sich nur in einer Richtung bewegen könnte, so würde ein solcher schwankender Druck als bewegende Kraft erscheinen können.

Ich muß aber gestehen, daß es mir nicht klar ist, inwiefern bei einer ohnehin in Bewegung befindlichen Flüssigkeit, wie das Blut, eine solche Schwankung des äußeren Druckes als bewegende Kraft wirken kann. Es dürfte dies wohl von dem Verhältnisse der Bewegung des Blutes durch die Herzkraft zu der Stärke und der Raschheit des Eintretens der Schwankungen abhängen. Es würde sich hier also dieselbe Frage wiederholen, welche wir oben in Beziehung auf den Muskeldruck auf die Venen gestellt haben. Eine Vermehrung des Druckes befördert das Ausströmen und mindert das Einströmen in den betroffenen Theil, während die Verminderung wieder den entgegengesetzten Erfolg hat. Es ist bekannt, daß bei den Respirationsbewegungen solche Wirkungen auf die Blutgefäße der Lunge u. s. w. stattfinden, daß der Erfolg dieser Einwirkungen sich auch in den arteriellen und noch mehr in den venösen Gefäßen nachweisen läßt. Ob aber durch diese wechselnde Einwirkung der Kreislauf unterstützt wird oder gehemmt oder keins von beiden, sondern nur eigenthümlich modificirt, das können wir nicht entscheiden. Betrachten wir aber die eigenthümlichen Erscheinungen der Circulation durch die Lungen in ihrem Verhältnisse zum atmosphärischen Drucke etwas genauer.

Es kann zunächst, bei dem bekannten Mechanismus der Respiration, keinem Zweifel unterworfen sein, daß die innere Lungenfläche einen Druck von wechselnder Stärke gegen die in der Lunge enthaltene Luft ausübt oder von derselben empfängt. Weder können die Bewegungen des Thorax, welche uns bekannt sind, vor sich gehen, ohne diese Wirkung hervorzubringen, noch werden die ein- und ausströmende Bewegung der Luft auf eine andere Ursache, als diesen Druck, bezogen werden können.

Die nähere Bestimmung dieser Schwankung des Druckes zu erreichen, ist nicht leicht möglich. Man hat indessen verschiedene Versuche angestellt, welche wenigstens eine Beziehung zu dieser Bestimmung haben. Dies gilt besonders von den Versuchen von Cagnard de la Tour [1]), welcher Gelegenheit hatte, an einer Oeffnung der Luftröhre mit dem Manometer zu experimentiren. Er fand bei einer gewöhnlichen Inspiration, daß das Wasser in dem mit der Luftröhre verbundenen Schenkel um 2 Centimeter stieg, bei der Exspiration um 3 Centimeter fiel. Die ganze Schwankung betrug hier also etwa 2 Zoll. Daß der Ausschlag bei der Exspiration stärker war, mag wenigstens mitbegründet sein in dem bekannten Spiele der Glottis, welche beim Ausathmen sich verenget. Bei Bildung leiser Stimmtöne nahm der Druck nicht zu, während bei Bildung starker Stimme die Differenz der Säulen in den beiden Schenkeln bis zu 13 Centimeter wuchs. Bei Bildung von Tönen während der Inspiration stieg die Säule gegen die Luftröhre hin um 4 Centimeter. —

Ueber den Druck, welchen gleichzeitig die Wandungen der Luftzellen erleiden, geben uns diese Versuche nun nur beschränkten Aufschluß und

---

[1]) Annales d. sc. nat. 1837. Novbre. p. 319. Vgl. auch Valentin's Rep. IV. 342. —

am wenigsten über die Verhältnisse der ruhigen In- und Exspiration.

Setzen wir nämlich einen extremen Fall von behinderter Respiration; schließen wir z. B. Mund und Nase und machen dabei angespannte Exspirationsbestrebungen, so wird sich dabei allerdings eine Verdichtung der Luft in Mund, Nase und Lungen bilden, welche auf alle Theile, mit welchen sie in Berührung steht, einen gleichmäßigen Druck ausüben muß. Nimmt man also unter solchen Umständen das Ende des einen Schenkels eines Manometers zwischen die Lippen und schließt diese dicht daran, so kann man ganz genau den Druck bestimmen, welchen die Lungenzellen von Seiten der Luft erleiden. Ich habe gefunden, daß die meisten Männer, welche diesen Versuch anstellten, eine Quecksilbersäule von 3—4 Zoll einige Zeit lang zu tragen vermochten. Rasches Hineinathmen bringt ein viel bedeutenderes Steigen des Quecksilbers hervor, welches dann aber nicht in seiner Höhe zu erhalten ist. Dieses rasche Steigen ist dann aber nicht die Folge eines statischen Druckes, sondern hier verhält sich die Luft gleichsam wie ein geworfener Körper. So ist es nun auch bei der gewöhnlichen Exspiration. Da man aber aus der Bewegung, welche ein gestoßener Körper an einer bestimmten Stelle hat, nur dann die Kraft ermitteln kann, welche ihn in Bewegung setzte, wenn man im Stande ist, die Widerstände in Rechnung zu bringen, welche auf ihn eingewirkt haben, da wir das bei der Lunge nicht mit Genauigkeit können, so begnügen wir uns, im Allgemeinen auszusprechen, daß die Zellen der Lunge eine keineswegs unmeßbar kleine Schwankung des atmosphärischen Druckes bei der Respiration zu erleiden haben. Bei lauter Stimme, beim Singen, besonders aber beim Husten, kann der Druck wohl sehr bedeutend werden. Freilich aber hat es keinen hinreichenden Grund, wenn Magendie meint, daß derselbe bis zu mehren Atmosphären anwachsen könnte.

Zu erwähnen ist es noch, daß Poiseuille Versuche angestellt hat [1]), um den Druck in den Lungen bei verstopfter Luftröhre zu finden. Derselbe hat auch das untere Ende eines Barometers mit dem Raume zwischen den Pleuren in Verbindung gesetzt. Diese Art von Experimenten erfordert jedenfalls eine sehr genau bestimmte Methode, wenn sie überall einen constanten Erfolg haben sollen. Auf keinen Fall aber kann man durch dieselben die Wechsel des Luftdruckes in der Lunge erfahren. Jede gesunde Lunge besitzt durch ihr elastisches Gewebe ein bestimmtes Streben, sich zusammenzuziehen, und es kann deßhalb der mittlere Druck, welchen die beiden Pleuren auf einander ausüben, nicht ganz gleich dem einer Atmosphäre sein. Es lehrt aber sowohl die Erfahrung der Chirurgie an Menschen, als man es auch durch Versuche an Hunden finden kann, daß das Zusammenziehungsstreben der Lunge oft sehr gering ist. Bei Kaninchen habe ich es immer sehr deutlich gefunden, wenn ich nach Oeffnung des Abdomens das Zwerchfell durch einen langen Querschnitt spaltete. Da von diesem Umstande bei Poiseuille gar nicht die Rede ist, so versagen wir es uns, seine Versuche zu benutzen.

So viel über die Experimente und ihre Deutung. —

Es ist nicht zu bezweifeln, daß ein wechselnder Druck der Luft in der Lunge stattfindet, welcher einen Einfluß auf das Ein- und Austreten des Blutes in dieses Organ haben muß. Es ist ferner nicht zu bezweifeln, daß auch die außer der Lunge im Thorax liegenden Gefäße einen wechselnden

---

[1]) Ann. d. sc. nat. 1827. p. 417 ff.

Druck erleiden. Nur wird in dieser Beziehung auf diese der mittlere Druck geringer sein, wenn die Elasticität der Lunge kräftig wirkt, stärker, wenn die Lunge ein geringeres Zusammenziehungsstreben hat. In beiden Fällen bleibt aber die Schwankung, und es wird somit der Eintritt des Blutes nicht nur in die Lunge, sondern auch in die großen Gefäße des Thorax wechselsweise erleichtert und erschwert, während gleichzeitig der Austritt erschwert und erleichtert wird.

Man hat bezweifelt, daß die großen Gefäße von so geringen Schwankungen des Druckes, wie sie bei normaler Respiration stattfinden mögen, einen merklichen Einfluß erleiden könnten. Nun steht so viel fest, daß bei der Exspiration die Venen nahe dem Herzen leicht anschwellen, daß der Druck in den Arterien, die Stärke der Pulse zunehmen, während die entgegengesetzten Erscheinungen bei der Inspiration zu bemerken sind. Es sind also allerdings die großen Gefäße der Körpercirculation, an welchen die Wirkungen der Respirationsbewegungen besonders deutlich werden. Dies soll uns nun aber ebenso wenig verleiten, die unmittelbare Wirkung jener Bewegungen auf die großen Gefäße als ausgemacht anzusehen, als wir auf der andern Seite zugeben würden, daß die Frage über die Wirkung des Luftdruckes auf die Circulation im Thorax negativ entschieden wäre, wenn es sich wirklich nachweisen ließe, daß die großen Gefäße zu starr wären, um durch solche Wechsel des Druckes merkliche Aenderungen des Lumens zu erleiden. Wir halten diese Frage jetzt nicht für entscheidbar, aber damit ist durchaus nicht die Sache abgemacht, wie hin und wieder geglaubt worden ist, sondern der Hauptpunkt der Wirkung wird wohl das Capillargefäßnetz der Lunge sein, wie denn auch von Vielen die Sache richtig angesehen worden ist.

Einige Schriftsteller haben zwar durch einen sonderbaren physikalischen (sit venia verbo!) Irrthum sich verleiten lassen, die ganze Frage nach der Wirkung des wechselnden Druckes negativ entscheiden zu wollen, indem sie sagen: wenn der Druck auch auf die Luft wirkt und diese in Bewegung setze, so sei diese ein so bewegliches Fluidum, daß an ihr allein die Bewegung erscheinen müsse. Das Blut könne nur in dem Falle durch diesen Druck in Bewegung gesetzt werden, wenn die Luft verhindert wäre, demselben nachzugeben. Dies ist ein bloßes Phantasiegebilde und ich erwähne es auch nur als Beispiel der Keckheit, mit welcher so oft in diesem Theile der Physik der Organismen Behauptungen aufgestellt werden. Es gehört diese Behauptung ganz in die Kategorie der andern Absurdität: das Herz könne das Blut nicht durch das Pfortadersystem treiben, weil diese Flüssigkeit in anderen Gefäßen weniger Widerstand fände.

Freilich wird die Wirkung der Ex- und Inspirationsbestrebungen auf die Bewegung des Blutes zunehmen, wenn das Aus- oder Eintreten der Luft gehemmt ist, aber nur weil dann eben ein höherer Druck entsteht und nur insofern dieser entsteht. Es möchten sich vielleicht die hin und wieder bemerkten Congestionen in den Lungen solcher Kinder, welche vor dem Eintreten des Athmens gestorben sind, aus fruchtlosen Inspirationsbestrebungen erklären.

Wenn es nun aber auch klar ist, daß auf das Blut, welches die Lungen durchkreis't, Bedingungen des atmosphärischen Druckes wirken, welche jenen Schwankungen in der arteriellen und venösen Circulation entsprechen, für ihre Ursachen gehalten werden können, so darf man doch nicht mit Stillschweigen übergehen, daß die abwechselnde Entfaltung und Verdichtung der

Lunge noch auf selbstständige Weise einen Einfluß auf die in ihr geschehende Circulation haben möchte. Es ist wohl ohne Weiteres anschaulich, daß ein jedes blasenförmige Organ, dessen Wände von Blutgefäßen durchzogen sind, bei einer bestimmten Stufe der Ausdehnung die stärkste Erfüllung der Gefäße möglich macht, während bei einer geringeren Ausdehnung die Gefäßnetze durch Zusammenknicken und Krümmen etwas weniger Blut enthalten können, bei einer größern dagegen durch Zerrung, Dehnung der Gefäße den Raum innerhalb derselben beschränkt. Man weiß aber auch außerdem, wie wir schon bei Haller finden, daß eine collabirte Lunge sich schlechter injicirt, als eine mit Luft gefüllte.

Wir wissen nun aber nicht, bei welcher Ausdehnung der Lungen die Capillaren derselben sich in der bequemsten Lage befinden, wir wissen nicht, ob dieser Punkt bei einer gewöhnlichen oder auch bei einer besonders tiefen Inspiration erreicht wird oder nicht, oder ob er überschritten wird, und können deßhalb auch nicht sagen, in welchem Sinne dieses Moment auf die Circulation wirkt, ob es die Schwankungen verstärkt, welche aus dem atmosphärischen Drucke hervorgehen oder ihnen entgegenwirkt u. s. w. Unerwähnt bleiben darf es aber nicht. — Poiseuille hat beweisen wollen, daß jene Schwankungen der Circulation von den Schwankungen des atmosphärischen Druckes herrührten. Diese mußten also behufs des Experimentes von der Einwirkung auf die Lunge ausgeschlossen werden. Poiseuille richtete bei einem Thiere die artificielle Respiration her und untersuchte dann an den Arterien die Pression. Es fanden sich durchaus nur noch die Schwankungen, welche der Diastole und Systole des Herzens entsprechen. Dies soll nun den gesuchten Beweis liefern. Cessante effectu wird die aufhörende Ursache erkannt. Aber die Folgerung ist insofern doch nicht richtig, als bei der künstlichen Respiration, in der Form, wie man sie jetzt anzuwenden pflegt, der gewöhnliche Wechsel des Luftdruckes allerdings wegfällt, dafür aber ein anderer eintritt. Denn bei dieser künstlichen Respiration ist die Ausdehnung der Lunge von einer Erhöhung des Druckes begleitet, es sollte also während derselben das Ausströmen des Blutes verstärkt, das Einströmen behindert sein, es sollte der Druck in den Arterien etwas steigen u. s. w. — Wollten wir es also mit dem Poiseuille'schen Versuche ganz scharf nehmen, so würde daraus hervorgehen, daß bei der Ausdehnung der Lungen durch künstliche Respiration in der Ausdehnung selbst ein Moment läge, welches dem verstärkten Drucke (durch welchen die Ausdehnung bewirkt wird) entgegen das Einströmen des Blutes in die Lungen begünstigte, das Austreten behinderte.

Man sollte hier die Form der künstlichen Respiration anwenden, welche durch einen continuirlichen Luftstrom bewirkt wird, wie sie Lower schon nach Robert Hooke ausübte. Es wird hier an vielen Stellen von außen mit Nadeln in die Lunge eingestochen und dann beständig Luft in die Trachea eingetrieben. —

Interessant ist die von Ecker (in seinem Buche über die Bewegungen des Gehirnes) kürzlich mitgetheilte Beobachtung, daß Verstärkung der Schwankung des Luftdruckes in den Lungen sogleich auch die Schwankungen in der Circulation vermehrt. Ecker sah nämlich die Hebungen und Senkungen des Gehirnes, welche synchronisch mit der Respiration sind und zu den Beweisen der Wirkung der Respiration auf die Circulation gehören, sogleich stärker werden, wenn man auf die Luftröhre drückte.

Wir müssen es nun unbeantwortet lassen, inwiefern das betrachtete

Verhältniß des äußeren Druckes zum Blute als Beförderungsmittel des Kreislaufes betrachtet werden kann, oder nicht.

Eine ganz andere Sache würde es sein, wenn vom Herzen aus eine saugende Wirkung gegen das Blut ausgeübt würde. Wenn bei Erschlaffung der Herzhöhlen diese dem Blute weniger als den Druck einer Atmosphäre entgegensetzen, so wird allerdings nun der auf die äußere Haut und durch alle Weichtheile überall auf das Blut wirkende atmosphärische Druck als Triebkraft betrachtet werden müssen, derselbe theilt dem Blute dann Bewegung mit. — Die Frage von der Saugkraft des Herzens ist häufig für zu wichtig gehalten worden, wovon man in neuerer Zeit mit Recht wohl ziemlich allgemein abgekommen ist. Die ärgste Uebertreibung war es wohl, als man die Saugkraft des Herzens unter die wesentlichen Beförderungsmittel der Lymphbewegung rechnete. — Daß die Saugkraft des Herzens nicht sehr wesentlich ist, müßte man schon aus der Schlaffheit der Venen schließen, welche der Aeußerung einer solchen Kraft offenbar nicht günstig sind. Daß sie nicht bedeutend sein kann, zeigen dann noch die Experimente an den dem Herzen zunächst liegenden Venen. Hier findet allerdings ein Ansaugen Statt, aber mit einer unbedeutenden Kraft. Berücksichtigt man nun die großen Gefäße, welche ihr Blut in das Herz ergießen und dabei zusammenfallen, so kann man von der Saugkraft des Herzens wohl sagen, daß sie dazu diene, die Portion Blut, welche in das Herz treten soll, etwas rascher dahineinzuschaffen, daß aber eine nennenswerthe weitere Wirkung ihr durchaus nicht zukomme.

Können wir aber nach den erwähnten Erscheinungen an den Venen, wohin namentlich nach der spontane Lufteintritt gehören möchte, eine gewisse Saugkraft als existirend ansehen, so ist noch zu fragen, woher denn diese Kraft rühre? Ist man im Stande, zu zeigen, daß Bedingungen bei der Expansion der Herzhöhlen thätig sind, welche eine Ansaugung bewirken müssen, so ist diese Ansaugung ja auch noch unabhängig von den Untersuchungen an den Venen sicher gestellt, was um so wünschenswerther ist, da schon Wedemeier an der Beweiskraft der Experimente an den Halsvenen, welche Barry anstellte, physikalische Zweifel hegte [1]).

Häufig hat man nun die Ausdehnung des Herzens für einen vitalen Act angesehen. Man legte entweder dem Herzen eine Fähigkeit der Ausdehnung bei, wie die Muskeln eine Zusammenziehung haben, oder man suchte zu erweisen, daß die Muskeln am Herzen so angeordnet wären, daß daraus ein Antagonismus von Oeffnungs- und Schließmuskeln hervorginge. Weder das eine noch das andere ist aber irgend wahrscheinlich gemacht worden. Wir haben schon oben bemerkt, wie man durch Täuschung beim Betasten des Herzens die Diastole für vitale Bewegung halten konnte. Die Ausdehnung des Herzens geht allerdings zum Theil von dem Bestreben des Herzens aus, eine gewisse Form anzunehmen. In der Art, wie sich dies Bestreben aber hier äußert, sehen wir durchaus nichts weiter, als was auch das längst abgestorbene Herz noch zeigt, wenn man es zusammendrückt: es sucht durch die Elasticität der Muskelsubstanz seine Form wieder anzunehmen. Wenn man einen lebenden Muskel quer rasch einschneidet, so erweitert sich der Schnitt, wie Jeder weiß, einen Augenblick durch Contraction der Muskelfasern. Aber dies ist ganz momentan und die Fasern strecken sich gleich wieder etwas mehr. Was ist dies weiter, als daß sie diejenige

---

[1]) Wedemeier, Unters. rc. S. 318 ff.

Lage wieder annehmen, welche ihnen nach Aufhören der Contraction die natürlichste ist? Wir sehen ja selbst zarte Membranen und Fasern mit einer gewissen Kraft in ihre Lage zurückkehren, wenn sie daraus entfernt wurden, und wir sehen dies Bestreben zuweilen sich äußern, wenn die Theile in das Wasser gebracht werden, während sie zu schlaff waren, um es an der Luft zu äußern. Indem nun das ganz entleerte Herz mit einer gewissen Kraft in seine natürliche Form zurückkehrt, ist allerdings dem zudringenden Blute der Eintritt dadurch erleichtert.

Man kann aber noch eine andere Kraft berücksichtigen, welche einigermaßen zu demselben Zwecke hinwirken könnte. — Wenn das Herz in eine feste, nur von den großen Gefäßen durchbohrte Kapsel eingeschlossen wäre, so würde sich sein Umfang nie verändern: wenn nämlich die Ventrikel sich contrahirten, so würde der Theil des Raumes in der Kapsel, welchen sie verließen, sogleich von den sich ausdehnenden Vorhöfen eingenommen werden müssen, die Contraction der Ventrikel würde unmittelbar eine Saugkraft produciren. Es wäre hier die Verengerung der Ventrikel ganz dasselbe, was die Verschiebung eines Pumpenkolbens in einer Röhre: während derselbe nach der einen Seite hin die Flüssigkeit treibt, muß sie ihm von der andern her folgen. Eine solche Vorrichtung würde also mit besonderem Rechte, als zum Ansaugen geeignet, betrachtet werden können. Indessen hat das Herz keine feste Umgebung. Man könnte allenfalls anführen, daß ein knorpeliger Korb, als Umhüllung des Herzens, wenigstens unter den Wirbelthieren (bei Petromyzon) vorkommt. Indessen kann man bei diesem Thiere bezweifeln, ob die Kapsel das Herz hinreichend umschließt, um eine Function, wie die bezeichnete, zu bewirken. Es ist ja auch überall bei dem Bau der Venen gar nicht zu erwarten, daß irgendwo eine bedeutende Saugkraft zur Beförderung der venösen Blutbewegung angelegt sein wird.

Mag dem aber auch so sein, mag denn auch das Herz meistens in seiner nächsten Umgebung nichts einer festen Kapsel Aehnliches haben, so ist dasselbe doch (wir nehmen hier nur auf Säugethiere Rücksicht), so weit es die Brustwände und das Zwerchfell nicht berührt, wenigstens von den Lungen umgeben, welche ihrem Zusammenziehungsstreben gemäß einer Volumensverminderung des Herzens einen gewissen Widerstand entgegensetzen müssen. Diese Ansicht ist, so viel mir bekannt, zuerst von Carson [1]) vorgetragen und von vielen späteren Schriftstellern gänzlich übersehen worden, obgleich die Richtigkeit derselben wohl ziemlich einleuchtend ist. Ebenso klar ist es freilich, daß diese Kraft nicht bedeutend ist und nicht wesentlich für die Bewirkung des Kreislaufes. Bei Oeffnung des Thorax und künstlicher Respiration fällt natürlich diese Wirkung der Lungen weg. Dennoch dauert der Kreislauf fort.

Es bleibt nur noch übrig, von dem Verhalten des atmosphärischen Druckes zum Kreislaufe in denjenigen Organen zu reden, welche mit festen Theilen so umgeben sind, daß der atmosphärische Druck auf sie durch das Blut übertragen werden muß und nicht direct von der Körperoberfläche her auf sie wirken kann. Dies würde sich auf die Höhlen in Knochen beziehen und auf das Gehirn. Von letzterem soll hier besonders die Rede sein, da bei demselben zu den allgemeinen Bedingungen der so gelagerten Organe noch besondere hinzukommen, deren Besprechung hier erwartet werden darf. — Mit dem besonderen Verhältnisse des atmosphärischen Druckes zum Gehirn

[1]) Inquiry into the causes of the motion of the blood. p. 118.

steht nämlich noch in naher Beziehung die Modification, welche die Begriffe von Blutfülle und Blutleere erleiden müssen, wenn sie auf das Gehirn angewandt werden.

Da wir es als das Wahrscheinlichste bei den Blutgefäßen im übrigen Körper angesehen haben, daß sie für gewöhnlich in der Berührung mit ihrer Umgebung einen Druck von einer Atmosphäre ausüben, so werden wir dieselbe Vermuthung von den Gefäßen des Hirns hegen dürfen: d. h. wir nehmen an, daß die Blutgefäße des Hirns durch ihre dem Blute entgegenwirkende Spannung gerade so viel von dem Drucke desselben paralysiren (nicht auf das Gehirn wirken lassen), als das Blut vom Herzen empfing. Der hin und wieder in physiologischen Schriften vorkommende Irrthum, das Gehirn stehe nicht unter dem Drucke der Atmosphäre, ist eben nur ein Beweis von Unfähigkeit in Auffassung eines physikalischen Verhältnisses. —

Wie werden nun aber Veränderungen des Luftdruckes, wie Veränderungen des Blutdruckes sich zu der Circulation im Gehirne verhalten? [1])

Als Grundbegriffe müssen hier die Eigenschaften und Verhältnisse des Gehirns aufgefaßt werden als einer sehr weichen, ohne Zweifel sehr wenig compressiblen, in einer festen Kapsel eingeschlossenen Masse.

Was sich hieraus ergiebt, faßt sich am leichtesten auf, wenn man diese Eigenschaften und Verhältnisse sich als in absoluter Weise vorhanden denkt: eine durchaus in sich verschiebbare, gar nicht compressible und in einer durchaus unnachgiebigen Kapsel eingeschlossene Substanz. Tropfbare Flüssigkeiten würden etwas Aehnliches am ehesten vorstellen können. Man kennt z. B. die außerordentlich geringe Compressibilität des Wassers, dessen Volumen bei einer Vermehrung des Druckes um eine Atmosphäre sich nur um etwa 0,00005 ändert [2]). Denke man sich nun eine recht feste Kapsel mit Wasser gefüllt. Diese Kapsel besitzt an zwei Stellen eine Oeffnung, durch welche ein elastisches Rohr geleitet ist, so daß dasselbe frei durch die Flüssigkeit in der Kapsel hindurchgeht, an seiner Ein- und Austrittsstelle aber genau befestigt ist, so daß das Wasser in der Kapsel durchaus nicht unmittelbar mit der Atmosphäre in Berührung steht. Bei einem solchen Instrumente würde man durch eine in dieser Röhre befindliche Flüssigkeit, welche man verschiedenen Druckhöhen aussetzte, der Flüssigkeit, welche die Röhre umgiebt, und sonst nach allen Seiten von der festen Kapsel begrenzt wird, ebenfalls die verschiedensten Grade des Druckes mittheilen können, ohne daß beim Steigen des Druckes die Röhre sich merklich erweiterte, oder, was dasselbe ist, das Wasser sich merklich comprimirte. Bildete statt des Wassers ein Gas den Inhalt der Kapsel, so würde, wie man wohl weiß, der Druck in diesem Gase nicht gesteigert werden können, ohne daß sich dasselbe in demselben Verhältnisse comprimirte. Sollte also von der Röhre aus, welche durch die Kapsel läuft, der Druck auf das Gas verdoppelt werden, so müßte sich das Gas auf die Hälfte seines Volumens comprimiren und, wie sich von selbst

---

[1]) Carson: Edinb. Med. a. Surg. Journ. XXI. 1824; Abercrombie: ibid XIV. p. 573, Kellie, Magendie u. A. haben Beiträge zur Behandlung der Circulation im Gehirne gegeben, welche zum Theil die physikalischen Verhältnisse sehr richtig auffassen. Doch kann ich keinem dieser Schriftsteller ganz folgen, da sich bei Jedem einige eigenthümliche Mißverständnisse finden. —

[2]) Die geringste bekannte Zusammendrückbarkeit ist die des Quecksilbers, nämlich: 0,00000338 (Colladon und Sturm) oder nur 0,00000265 (Oersted) für den Druck einer Atmosphäre. (S. Pouillet's Lehrbuch der Physik, deutsch v. Müller. II. S. 28.)

versteht, die Röhre müßte sich so weit ausdehnen, um das Gas eben auf dieses kleinere Volumen zusammenzudrängen.

Gasförmige Körper haben wir nun in der Schädelhöhle gar nicht, sondern nur flüssige und festweiche in einer festen Kapsel. Dies nöthigt uns, anzunehmen, daß der Druck des Blutes auf das Gehirn zwar sich ändern kann, ohne daß aber damit eine merkliche Compression des Gehirns u. s. w. verbunden sein kann. Deßhalb können sich auch die Blutgefäße im Gehirne durch vermehrten Druck des Blutes in ihnen oder durch Erschlaffung ihrer Wände nur durchaus unmerklich ausdehnen. In etwas wird aber freilich die Möglichkeit dieser Ausdehnung vermehrt durch den Zusammenhang der Schädelhöhle mit dem Spinalkanale, welcher nicht so feste Wandungen hat und durch die Cerebrospinalflüssigkeit, welche Ausdehnungen der Blutgefäße im Schädel gestattet, indem sie zum Theil in den Spinalkanal entweichen kann (Magendie). Es versteht sich aber, daß dies nicht geschehen kann ohne eine Vermehrung des Druckes auf das Gehirn, welche der beabsichtigten Spannung (Ausdehnung) der ligamentösen Apparate, welche den nachgiebigen Theil der Rückenmarksumhüllung bilden, entspricht.

Der Druck der Atmosphäre wirkt im übrigen Körper durch die Weichtheile hindurch. Deßhalb kann man als wahrscheinlich annehmen, daß auch zwischen Blutgefäßen und den umgebenden Weichtheilen der Druck ungefähr gleich dem der Atmosphäre ist und daß der an irgend einer Stelle stattfindende Druck den Schwankungen des atmosphärischen folgt.

Auf das Gehirn kann dagegen der atmosphärische Druck nur durch die Blutgefäße übertragen werden. Da sich nun die Spannung dieser Gefäße ändern kann und nur so viel von dem Drucke des Blutes auf das Gehirn übergeht, als die Gefäße nicht durch ihre Spannung compensiren, so gehen hieraus Eigenthümlichkeiten der Stellung des Gehirns gegen den Luftdruck hervor: der atmosphärische Druck kann sich vermehren, ohne daß diese Vermehrung auf das Gehirn übertragen wird, wenn sich nämlich gleichzeitig die Spannung der Blutgefäße (der Widerstand, welchen sie dem Blute leisten) vermehrt. Natürlich kann er sich auch vermindern, ohne daß dies auf das Gehirn wirkt, wenn die Spannung der Blutgefäße gleichzeitig etwas abnimmt, und es kann in Folge der verschiedenen Spannung der Blutgefäße Veränderung des Druckes auf das Gehirn stattfinden, ohne daß ein veränderter atmosphärischer Druck die Ursache davon wäre. Dies kann in anderen Organen natürlich nicht in derselben Weise gelten. Dort kann ein Blutgefäß sich erweitern; die umgebenden Theile werden dadurch etwas gedrückt, weichen aber eben durch einen geringen Druck schon aus. Da nun bei irgend einem Grade der Ausdehnung das Blutgefäß selbst sich einer ferneren Erweiterung widersetzt, so beträgt der auf die Umgebung übertragene Druck eben nicht mehr, als zu der geringen Verschiebung selbst nöthig war. Im Gehirne dagegen wirkt eine Erschlaffung der Gefäße oder ein vermehrter Druck in den Gefäßen ohne vermehrten Widerstand derselben viel stärker, weil das Gehirn so wenig ausweichen kann. Eben deßhalb aber ist mit der Erschlaffung der Gefäße nicht nothwendig eine merkliche Erweiterung gegeben. Nehmen wir aber an, daß die Cerebrospinalflüssigkeit nicht allzu schwer die elastischen Theile des Spinalkanals etwas erweitert, so kann allerdings einige Erweiterung der Gehirngefäße eine Erschlaffung derselben begleiten.

Aus dem Vorhergehenden stellt sich nun auch heraus, mit welchen Modificationen der Begriff der Congestion für das Gehirn aufzufassen ist. Wenn wir in allen anderen Organen die Congestion als eine Gefäßerwei-

terung auffassen, so müssen wir hier von dieser Aeußerung mehr absehen und auf den Grund zurückgehen. Wir halten eine verminderte Resistenz der Blutgefäße für die Ursache der Congestion. Diese verminderte Resistenz kann nun auch im Gehirne stattfinden; sie wird aber nicht so sehr Erweiterung der Gefäße, als Vermehrung des Druckes zur Folge haben. Die verminderte Resistenz der Gefäße gegen den Blutdruck hat eine Uebertragung dieses Druckes auf das Gehirn zur Folge, sowie eine vermehrte Thätigkeit der Gefäßwandungen den Druck wohl unter den atmosphärischen herabsetzen kann.

Sind diese Annahmen nun im Allgemeinen nothwendig, auch durch Experimente als richtig dargethan, so muß diese Ansicht doch noch durch einige Bemerkungen mit den gewöhnlichen Ansichten von Kopfcongestion und den Erfahrungen der pathologischen Anatomie vermittelt werden.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Blutgefäße in der Schädelhöhle einen größeren Raum einnehmen können, entweder bei Kindern, deren Schädel noch nachgiebig ist (wie denn auch die Hirnbewegungen dieses lehren), oder in Folge von Krankheitsproceessen, durch welche ein anderer Theil des Schädelinhaltes sich vermindert. Dies ist denkbar in Folge langwieriger Krankheitsprocesse, welche ja selbst ein Schwinden der Hirnsubstanz zur Folge haben können. Es wäre ja auch wohl möglich, daß rasch Veränderungen eintreten könnten, namentlich in der Quantität der Cerebrospinalflüssigkeit. In solchen Fällen kann nicht nur, sondern muß das Blutgefäßsystem durch Ausdehnung den Raum füllen, oder beengt werden.

Ferner kann auch beim Fehlen solcher Bedingungen wenigstens eine partielle Erweiterung der Gefäße wohl begriffen werden. Wir haben schon weiter oben die Congestion einzelner Hirntheile besprochen und bemerkt, daß eine solche Ausdehnung nur auf Kosten anderer Theile stattfinden kann, daß aber allerdings Einiges dahin deutet, daß dergleichen Vorgänge selbst als physiologische, nicht bloß als pathologische vorkommen.

Wir hätten hier nun noch auf den Gegensatz aufmerksam zu machen, welcher nicht zwischen den einzelnen Hirntheilen, sondern zwischen den Gefäßen verschiedener Ordnung besteht. Abercrombie (l. c.) leitet Stockung der Circulation, Hirndruck davon her, daß die Arterien dem Drucke des Blutes nachgeben und dadurch die Venen comprimiren. Die Möglichkeit davon muß man wenigstens zugeben, obgleich wir nicht glauben, daß man stets, wo sogenannte Gehirncongestion stattfindet, nothwendig dieselbe sich in dieser Form zu denken habe. Vielmehr ist das Einfachste, manche sogenannte Congestionen sich bloß als vermehrten Druck zu denken. Lotze meinte kürzlich: da die Vermehrung des Blutes in der Schädelhöhle außer durch Verschiebung der Cerebrospinalflüssigkeit nicht möglich sei, so verdiene es wohl Aufmerksamkeit, daß die Erscheinungen, welche auf Gehirncongestion gedeutet zu werden pflegen, doch vorzüglich den Sinnesorganen und überhaupt solchen Organen angehörten, deren Blutgefäße nicht, wie die des Hirns, eingekapselt wären. Das heißt aber, die Frucht mit dem Unkraute zugleich vertilgen. Wenn sich die Hirngefäße auch nicht immer ausdehnen können, wenn sie eine solche Umstimmung erfahren, welche an anderen Theilen eine Ausdehnung zur Folge haben würden, so bleibt doch diese Umstimmung und deren unmittelbare Wirkungen auf das Gehirn.

Die Compression der Venen, wie Abercrombie sie dachte, wird nun aber sicher eintreten beim Bersten eines arteriellen Gefäßes. Hier wird das arterielle Blut in unmittelbare Berührung mit dem Gehirne gebracht und

wirkt daselbst, so lange der Kreislauf fortgeht, mit demselben Drucke, welchen es in den Arterien hat. Hier kann ein Abfluß aus den Venen nur in sehr geringem Maße stattfinden.

Auch über die Bedingungen der Gefäßzerreißung im Gehirne ohne thraumatische Ursache läßt sich von den beleuchteten Verhältnissen aus urtheilen, daß bei allgemeiner Gehirncongestion dieselbe wohl nicht leicht als Folge der bloßen Ausdehnung der Gefäße gedacht werden kann, weil die Gefäße eben an der eigentlichen Ausdehnung zu sehr gehindert sind; sie stützen sich an die weiche Gehirnmasse, welche nicht ausweichen kann. Die Ursache von Gefäßzerreißungen wird wohl meistens ein vorheriger pathologischer Zustand sein. Sonst wäre es nicht begreiflich, wie eine ganz außerordentliche Steigerung des Druckes von Seiten der Blutgefäße auf das Gehirn ohne solche Zerreißung vorübergehen könnte, während derselbe in den weichen Theilen zahlreiche Gefäßzerreißungen bewirkte. Hier werden die aufgestellten Ansichten auf eine ausgezeichnete Weise bestätigt durch die mir kürzlich bekannt gewordenen Beobachtungen an Tauchern. Nehmen wir an, daß ein Taucher in einer Tiefe von einigen 30 Fuß unter dem Wasser arbeitet, so erleidet seine ganze Körperfläche und vermittelst des Blutes auch das Gehirn einen Druck von 2 Atmosphären. Der Kopf des Menschen erleidet diesen Druck aber nicht durch unmittelbare Berührung mit dem Wasser, sondern durch Luft, welche bis zu dem nöthigen Grade verdichtet ist. Es wird nämlich mit der Luftpumpe beständig Luft durch eine Röhre in den Helm getrieben. Diese Luft muß schon deßhalb die Spannung haben, welche dem Drucke des Wassers entspricht, damit sie beständig durch ein Ventil aus dem Helme in das Wasser entweichen kann, behufs der Lufterneuerung. Auch würde ohne diese Compression der Luft das Wasser zu leicht in den Apparat eindringen. Dieser Mechanismus hat nun aber das Gefährliche, daß in dem oberen Theile der Zuleitungsröhre der Druck von innen sehr viel stärker ist, als von außen. Denn in der 30 Fuß hohen Luftsäule ist der Druck oben fast so stark, als unten, während er im Wasser, dessen Schwere angemessen, verschieden ist. Daher platzen solche Röhren leicht, und das hat denn zur Folge, daß die comprimirte Luft sich ausdehnt (der Grad der Ausdehnung ist natürlich verschieden, je nachdem die Berstung über oder unter dem Wasserspiegel, höher oder tiefer unter diesem geschieht, im ersten Falle am stärksten), und nun plötzlich der im Helme steckende Theil des Körpers einen sehr viel geringeren Druck, als die übrige Körperfläche, erleidet. Jetzt befinden sich also die Weichtheile des Gesichtes und Halses insofern in ähnlichem Verhältnisse, als für gewöhnlich das Gehirn, insofern als durch das Blut der auf die übrigen Körpertheile wirkende Druck auf sie übertragen wird. Da nun aber diese Weichtheile nicht wie das Gehirn sich an eine feste Kapsel stützen und so die Ausdehnung der Gefäße beschränken können, so hat jener Unglücksfall furchtbare Auftreibungen und Zerreißungen der Gefäße in den Weichtheilen des Kopfes und Halses zur Folge. Im Gehirne dagegen entstehen keine Extravasate, und man kann sich den Zustand von Betäubung, in welchem sich dieses Organ längere oder kürzere Zeit befindet, vielleicht hinreichend aus der einige Zeit unterdrückten Respiration (und Circulation?) erklären. Ebenso tritt ja bei Gehängten offenbar häufig keine Gefäßzerreißung ein; der Druck des Blutes auf das Gehirn ist bei ihnen bei weitem nicht so stark, als er bei einem Taucher sein kann ohne bedeutenden Schaden; dennoch sehen wir bei Gehängten, welche vor dem völligen Tode losgeschnitten und in's Leben zurückgerufen wurden, einen deprimirten

Zustand des Gehirns oft lange fortdauern, ja eine geistige Schwäche als beständige Folge nachbleiben. Auch hier ist nur die eine Zeit dauernde Einwirkung stagnirenden venösen Blutes im Gehirne anzuklagen. —

Wenn wir nun überzeugt sind, daß bei der Lehre von der Congestion im Gehirne der Begriff eines (durch Gefäßerschlaffung) vermehrten Druckes auf das Gehirn nothwendig aufgefaßt werden muß, daß sehr häufig, wo man theils am lebenden Körper Blutüberfüllung des Gehirns annimmt, diese gar nicht stattfindet, sondern nur vermehrter Druck, während die Umgebungen des Schädels, das Gesicht u. s. w. allerdings von Blutüberfüllung betroffen sind, so müssen wir dabei einerseits noch bemerklich machen, daß die Gefäßerschlaffung außer durch vermehrten Druck vielleicht auch noch durch Veränderung der Ernährungserscheinungen auf das Gehirn wirken kann.

Dann aber können wir auch nicht umgehen, die Sectionsberichte, welche von wirklicher Ueberfüllung der Hirnblutgefäße melden, zu berücksichtigen. Ueberall, wo dies der Fall gewesen sein soll bei noch weicher Beschaffenheit der Schädeldecken, oder bei Verletzung derselben, oder nach einem vorherigen Krankheitszustande, welcher Verminderung des Wassers im Schädel zur Folge haben konnte, oder wo die Ueberfüllung nur in einem Theile des Gehirns, oder nur in einer Abtheilung der Gefäße, den Arterien, Capillären oder Venen stattgefunden haben soll, in allen diesen Fällen lassen sich die Angaben wohl mit den physikalischen Verhältnissen vereinigen. Wenn aber nach einem plötzlichen Tode durch Erstickung, Erwürgung und ähnliche Einwirkungen das Gehirn mit Blut überfüllt sein soll, wenn dies als gewöhnliche Erscheinung an den Leichen solcher Personen angegeben wird, so fürchten wir, daß man einigermaßen von Vorurtheil geblendet wird. Wir wagen um so eher, dies auszusprechen, als Kellie keinen Unterschied der Blutmenge fand bei Thieren, welche durch Verblutung getödtet, am Kopfe (bei den Ohren) aufgehängt waren, und bei solchen, welche er durch Erstickung getödtet hatte. Die dunklere Färbung des Blutes macht in vielen Fällen die Gefäße auffallender und begünstigt die Täuschung, wie es mir bei Wiederholung der Kellie'schen Versuche deutlich wurde. Einen Umstand giebt es jedoch, welcher die Beobachtung einer vermehrten Blutfülle im Schädel möglich macht auch bei solchen plötzlichen Todesfällen. Man findet bei Sectionen mehrfach die Angabe, daß das Gehirn aus dem Schädel sich hervorgedrängt habe. Nun ist weder das Gehirn, noch die Cerebrospinalflüssigkeit, noch das Blut so compressibel, daß diese sich bei Oeffnung des Schädels merklich ausdehnen könnten. Ohnehin kann der Druck auf diese Organe sich doch nur wenig über den einer Atmosphäre erheben. Was kann also der Grund eines solchen Hervordringens des Gehirns sein? Es muß im Augenblicke der Oeffnung des Schädels entweder mehr Wasser vom Spinalkanal her in die Ventrikel dringen, oder es muß sich Blut in die Gefäße des Gehirns drängen. Da der Klappenapparat hier an den Venen wenig entwickelt ist, so ist es denkbar, daß von den strotzenden Venen der den Schädel umgebenden Weichtheile das Blut sich in die Sinus u. s. w. eindrängt, sobald die Oeffnung des Schädels es erlaubt. Dann beobachtet man freilich überfüllte Blutgefäße, aber sie waren es vor der Oeffnung des Schädels nicht. — Bei den Angaben über starke Anfüllung der Blutgefäße im Schädel dürfte denn auch hin und wieder zu bedenken sein, daß eine solche Schätzung, schon an sich schwierig, doch nur nach einem allgemeinen Maßstabe geschehen kann, daß man nicht weiß, wie stark bei einem untersuchten Individuum die habituelle Blutmenge war.

Endlich wird es nöthig, die Ansicht, daß ein vermehrter Druck auf das Gehirn wenigstens einen Theil der Erscheinungen bewirken kann, welche man als Symptome der Gehirncongestion betrachtet, etwas näher zu beleuchten. Wir stoßen hier allerdings auf Schwierigkeiten, indem es bald scheint, daß bedeutende Schwankungen des Druckes gar nicht so schwer ertragen werden, bald, daß doch schon geringe Schwankungen entschiedene Wirkungen äußern. Wenn wir sehen, welchen Druck das Gehirn eines Tauchers erträgt, so wird es kaum zu bezweifeln sein, daß die sogenannte Hirncongestion nicht bloß durch vermehrten Druck wirkt. Es mag dabei eine Veränderung der nutritiven Thätigkeit, wie schon erwähnt, mitbetheiligt sein. Es giebt aber überhaupt in den Erscheinungen der Blutstockung bei Congestion und Entzündung Einiges, dessen mechanische Ursachen noch dunkel sind, wie wir schon zugegeben haben. Auf der andern Seite aber müssen wir auch die Erscheinungen nicht übersehen, welche bei rascher Verminderung des Druckes auf das Gehirn eintreten. Beim Ersteigen von Bergen tritt diese Verminderung schon mehr allmälig ein; doch möchte Manches, was man bei solchen Besteigungen bemerkt, nicht unabhängig von dem verminderten Drucke sein. So befinden sich ja viele Menschen bei hohem Barometerstande regelmäßig wohler, als bei niederem. Bei Menschen, welche viel Blut verloren haben, schwindet das Bewußtsein, wenn sie sich aus der horizontalen Lage erheben, und wenn beim Eintreten einer Ohnmacht das Gesicht bleich wird, dürfen wir dann nicht auch ein Contractionsstreben der Blutgefäße im Gehirne vermuthen, durch welches der normale Druck auf dieses Organ zu plötzlich sinkt? Ein gewisser Druck scheint allerdings zu den Bedingungen des Wohlbefindens der Centralorgane, namentlich des menschlichen Nervensystems, zu gehören. Es scheint gesunden Menschen möglich zu sein, sich an große Veränderungen zu gewöhnen. Namentlich wird die dünne Luft auf Bergen, welche anfangs Schwäche, Schwindel, fieberhafte Erregung, Erbrechen erregte, bald ertragen. Dagegen theilt Abercrombie (l. c. p. 582) einen pathologischen Fall mit, in welchem eine Taubheit, bei einem körperlich sehr schwachen Menschen, jedesmal aufhörte, so lange eine Congestion nach dem Kopfe stattfand (welche zu diesem Zwecke oft absichtlich hervorgebracht wurde), nachher stets wieder eintrat. Mit der Ueberzeugung, daß hier noch Manches aufzuklären übrig bleibt, schließen wir hier nur noch eine Bemerkung an über die Wirkung der Enthauptung auf das Bewußtsein. Es ist namentlich von Nasse viel dafür geschehen, um es wahrscheinlich zu machen, daß das Bewußtsein noch einige Zeit nach der Trennung des Hauptes vom Rumpfe bestehen könne. Die Aeußerungen des Bewußtseins, welche man in Bewegungen des Gesichts hat erkennen wollen, halten wir für zweifelhaft. Aber diese beschäftigen uns hier nicht, sondern das Argument, welches Nasse daher nimmt, daß nicht so bald, wie man gemeint hatte, die Blutgefäße des Schädels sich entleeren. Man hatte gesagt, bei der Enthauptung müssen sich die Blutgefäße des Gehirns rasch entleeren, und somit Bewußtlosigkeit eintreten aus denselben Ursachen, welche bei der Ohnmacht stattfinden. Nasse beobachtete, daß sich nur wenig Blut aus den Blutgefäßen des Gehirns bei der Enthauptung ergoß und schloß daraus, daß die Annahme des ohnmächtigen Zustandes nicht nöthig sei. Hier findet sich auf beiden Seiten derselbe Irrthum über den Zustand der Blutgefäße des Gehirns bei der Ohnmacht. Wir haben schon gezeigt, daß sich dieselben nicht entleeren können. Das können sie bei der Ohnmacht nicht und sie können es auch bei der Enthauptung nicht, wenn nicht etwas Anderes an die Stelle

des Blutes in den Schädel dringt. Was Nasse beobachtet hat, ist gewiß richtig, es ist physikalisch nothwendig. Aber wenn bei der Ohnmacht eine Verminderung des Druckes die Ursache des plötzlichen Sinkens in der Gehirnthätigkeit ist, so findet ganz dasselbe auch bei der Enthauptung höchst wahrscheinlich Statt. Nasse's Argumente waren richtig jener Auffassung der Ohnmacht gegenüber, aber diese selbst ist falsch. Deßhalb ist es für Nasse's Ansicht von der Fortdauer des Bewußtseins gar keine Begründung, daß sich bei der Enthauptung die Blutgefäße des Gehirns nicht entleeren. Dagegen dient diese Beobachtung zur Stütze der von uns vorgetragenen Beobachtungen über die Verhältnisse, in welchen sich die Blutgefäße des Gehirns befinden.

Zum Schlusse dieser Abhandlung über den Kreislauf nun noch einige Bemerkungen über den

Uebergang des fötalen Kreislaufes in den des Geborenen.

Eine Beschreibung der Richtung des Kreislaufes im Allgemeinen würde nichts weiter sein können, als eine Beschreibung der Gefäße, welche diese Richtungen bedingen. So ändern sich auch während des Fötuslebens diese Richtungen nur durch allmälige Umbildungen der Gefäße. Bei der Geburt dagegen tritt eine plötzliche Umwandlung ein. Wir müssen sehen, wie weit wir dieselbe von unseren Grundlagen aus verstehen können.

Fragen wir zunächst nach der Ursache des Aufhörens der Pulsationen der Nabelschnur. Es ist zu fragen, ob der Antrieb des Blutes aus den Arterien des Körpers gegen die Nabelarterien geringer wird, ob in den Nabelarterien selbst, so weit sie außer dem Körper liegen, eine Ursache dieser Veränderung zu suchen ist, oder woher sonst eine Erklärung zu nehmen.

Wir finden nun allerdings eine Ursache, welche den Andrang des Blutes gegen den Nabel vermindern kann. Das Aufhören der Pulsationen der Nabelschnur pflegt mit dem Eintritte der Luftathmung in Verbindung zu stehen. Wir wollen nicht als sicher ansehen, aber versuchsweise annehmen, daß die Athmung normal vorhergehe dem Aufhören jener Pulsationen. — Wenn die Lunge sich durch die Respiration ausdehnt, so tritt eine Masse von Blut in sie hinein, welche früher in den übrigen Gefäßen mit enthalten war. Es nimmt also wahrscheinlich die Spannung der Körpergefäße ab. Besonders aber ist zu beachten, daß früher beide Ventrikel ihr Blut in die Körpercirculation trieben, jetzt nur noch einer. Nehmen wir an, daß die Frequenz der Contractionen und die Quantitäten, welche die Ventrikel jedesmal entleeren, sich gleich bleiben, so kommt jetzt in gleicher Zeit viel weniger Blut, als früher, in die Körperarterien. Es nimmt also in diesen die Spannung und Geschwindigkeit ab. Man könnte dies als eine Ursache des Aufhörens der Umbilicalcirculation ansehen. Indessen kann dies nicht dazu genügen. Nicht allein könnte der Zudrang des Blutes zu jedem andern Theile ebenso wohl beschränkt werden durch dieses Sinken des Blutdruckes, sondern dieses Sinken wird auch gar nicht so bedeutend sein, eben weil mit der Verminderung der Blutquantität, welche in die Körperarterien gelangt, auch die Anzahl der Gefäße, durch welche dasselbe geht, vermindert werden soll, durch den Wegfall der Placenta.

Wir können also in der Entstehung der Lungencirculation wohl ein Moment sehen, durch welches die Unterdrückung des Placentarkreislaufes leichter wird, als sie ohnedies sein würde, wir können annehmen, daß diese

Circulation indispensabel für diese Unterdrückung ist; aber es ist unmöglich, sie als bewirkende Ursache zu betrachten.

In den Nabelgefäßen selbst kann eine Ursacheder aufhörenden Pulsation nicht liegen. Mir scheint es nicht unwahrscheinlich, daß das Zellgewebe am Nabel vielleicht durch die kältere Umgebung zu Contraction veranlaßt, die Nabelgefäße einschnürt und hierdurch das Eindringen des Blutes hindert.

Diese Wirkung würde es am besten erklären, weßhalb nach Trennung der Nabelschnur ohne alle Vorsicht die Verblutung unterbleiben kann. Man begreift es denn auch bei dieser Annahme leicht, weßhalb in diesem Verhältnisse manche Verschiedenheiten sich finden. Es bietet diese Erklärung auch den Vortheil, daß man von derselben aus zugleich versteht, weßhalb das Blut ebenso wenig durch die Vene entweicht, als durch die Arterien.

Nehmen wir nun an, daß diese Constriction an den Nabelgefäßen bald nach der Geburt eintritt, so kann dieselbe ihrerseits vielleicht das Eintreten der Respiration, des Lungenkreislaufes fördern. Geht sie nämlich diesen Acten voran, so steigt nothwendig der Druck in den Arterien, und es wird der vermehrte Eintritt des Blutes in die Lungen dadurch vielleicht schon theilweise erzwungen, die Respirationsnerven angeregt u. s. w.

Man hat auch einen selbstständigen Factor für die Unterdrückung der Blutbewegung durch den botallischen Gang aufgefunden. Wenn ein solcher stattfindet, wenn ein Druck auf den D. Botalli ausgeübt wird, so vermehrt derselbe sowohl den Andrang gegen die Lunge, als er den gegen die Körperarterien mindert. Ist für Beides ohnehin gesorgt, so sichert ein solcher Druck die Wirkung der anderweitig angewandten Mittel. Ein solcher Druck wird nun nach T. W. King [1]) auf den D. Botalli ausgeübt, indem der linke Bronchus sich bei dem geborenen Kinde mehr erhebt und ausdehnt, indem die ganze Haltung des Oberkörpers sich ändert, namentlich der Nacken sich streckt [2]).

---

[1]) The Med. Chir. Review. 1840. Octbr. p. 571.

[2]) Um Mißverständnisse zu verhüten, ist zu bemerken, daß obiger Artikel schon Anfang des Jahres 1844 zum Drucke vorlag. Anm. d. Red.

Bergmann.

Leber.

Gestalt, Lage, Befestigung, Consistenz.

Dieses große Secretionsorgan liegt in der Bauchhöhle, oben und rechts. Die Gestalt ist länglich-vierkantig, abgeplattet, so daß man 2 Flächen (eine obere und untere) und 4 Ränder (einen vordern, hintern, rechten und linken) daran unterscheidet. Eine Falte des Bauchfells zieht sich über die obere Fläche weg vom vordern zum hintern Rande und bezeichnet hier die Grenze zwischen dem rechten und linken Lappen des Organes. Der längste Durchmesser zwischen dem rechten und linken Leberrande (Länge der Leber) mißt $9^3/_4$ bis 11 Zoll; davon kommen 6 bis 7 auf den rechten, $3^1/_2$ bis 4 auf den linken Lappen. Die Entfernung zwischen dem vordern und hintern Rande (Breite der Leber) beträgt 7 bis $7^1/_2$ Zoll; am linken Lappen regelmäßig etwas weniger, weil sein vorderer Rand nicht so weit nach vorn vorragt, als der des rechten Lappens. Doch wird dies auch häufig wieder dadurch ausgeglichen, daß der linke Lappen durch seinen hintern Rand stärker vorspringt, manchmal um 2 bis 3 Zoll. Die Dicke der Leber ist in der Nähe des hintern Randes am bedeutendsten, und nimmt gegen den vordern Rand und nach beiden Seiten hin ab; sie variirt aber verhältnißmäßig weit mehr, als die Länge und die Breite. Die größte Dicke des rechten Lappens beträgt $1^3/_4$ bis 3 Zoll; die größte Dicke des linken (zunächst dem rechten) 1 bis 2 Zoll.

Das absolute Gewicht der Leber beträgt nach Krause im Mittel 64 Unzen. Das specifische Gewicht bestimmt Krause im Mittel zu 1,0721, den räumlichen Inhalt im Mittel zu 88 Cub.-Zoll. — Beim Weibe ist die Leber, namentlich nach M. J. Weber, kleiner und leichter, als beim Manne.

Die obere (vordere) Fläche ist gewölbt und in der ganzen Ausbreitung gleichmäßig beschaffen, ohne besondere Erhabenheiten oder Vertiefungen.

Die untere (hintere) Fläche ist im Ganzen etwas ausgehöhlt, und durch furchenartige Vertiefungen treten an ihr 4 Erhabenheiten hervor. Zunächst verläuft da, wo an der converen Fläche der rechte und linke Lappen an einander gränzen, eine schmale Furche vom vordern zum hintern Leberrande, durch welche auch an der untern Fläche eine Grenze zwischen den beiden Hauptlappen gegeben ist. Dies ist die linke Längsfurche (Fossa longitudinalis sinistra). Etwa 2 Zoll von ihr entfernt und parallel damit verläuft am rechten Leberlappen die sogenannte rechte Längsfurche (Fossa longitudinalis dextra) vom vordern zum hintern Rande. Diese beiden Längsfurchen werden aber wieder durch eine ziemlich breite Querfurche, die Pforte (Fossa transversa s. Porta) verbunden, welche nach der Längsrichtung der Leber, dem hintern Rande etwas näher, verläuft. Auf diese Weise entste-

hen an der Unterfläche des großen rechten Leberlappens 3 Erhabenheiten: die rechte bildet den rechten Leberlappen im engern Sinne; die vorderhalb der Querfurche gelegene heißt der vierseitige Leberlappen (Lobus quadratus); die hinter der Querfurche gelegene wird der Spigel'sche oder geschwänzte Lappen (Lobus Spigelii s. caudatus) genannt. — Durch die Querfurche wird auch jede der beiden Längsfurchen in einen vordern und hintern Abschnitt getheilt. Linkerseits enthält der vordere Abschnitt (Fossa umbilicalis) die Nabelvene; im hintern Abschnitte (Fossa ductus venosi Arantii) liegt der Rest des frühern Verbindungskanales zwischen der Nabelvene und der untern Hohlvene. Rechterseits bildet der vordere Abschnitt (Fovea vesicae felleae s. Fovea ovata) eine flache, längliche Grube, in welcher die Gallenblase eingebettet ist; den hintern Abschnitt (Fossa venae cavae), der zugleich am hintern Rande und zwar nach links aufsteigt, erfüllt die untere Hohlvene. Die Fossa venae umbilicalis wird übrigens häufig stellenweise in einen Kanal umgewandelt, in dem sich unter der Nabelvene weg eine Brücke von Lebersubstanz (Pons hepatis) vom viereckigen zum linken Leberlappen hinzieht. Eben so verläuft auch wohl eine Brücke von Lebersubstanz hinter der untern Hohlvene vom Spigel'schen zum eigentlichen rechten Lappen. — Am Lobus Spigelii machen sich auf der Unterfläche der Leber noch zwei Erhabenheiten bald mehr, bald weniger bemerkbar. Das Tuberculum papillare ragt hinter der Querfurche etwas nach vorn und links hervor. Das Tuberculum caudatum ist bei gehöriger Ausbildung ein länglicher Verbindungsstreif zwischen dem rechten nnd dem Spigel'schen Lappen, der vor der untern Hohlader verläuft. Manche Anatomen führen das Tuberculum caudatum als einen besondern Leberlappen (Lobus caudatus) auf.

Von den Rändern ist der hintere (obere) dick und abgerundet, so weit er der rechten Leberhälfte angehört, am linken Lappen aber wird er niedrig und kantig. Der linke Rand stimmt mit dem linken, der rechte Rand mit dem rechten Abschnitte des hintern Leberrandes überein. Der vordere (untere) Rand wird von rechts nach links zu immer niedriger und scharfkantiger; er hat an der Grenze zwischen dem rechten und linken Lappen einen Einschnitt (Incisura interlobularis) von 3/4 bis 1 1/2 Zoll Tiefe.

Der Längs- und Breitendurchmesser der Leber haben eine schiefere Lage zur Axe des Körpers: ihr linker Rand liegt um 3 bis 3 1/2 Zoll höher, als der rechte; eben so liegt ihr hinterer Rand höher, als der vordere. Der hintere, stumpfe Rand des rechten Leberlappens berührt den rechten Theil des Zwerchfells unterhalb des Hohlvenenloches, und an den hintern Umfang der Unterfläche des rechten Lappens stößt die rechte Nebenniere und das obere Ende der rechten Niere. Die convexe Fläche der Leber entspricht der rechten Seitenhälfte der Abdominalexcavation des Zwerchfells und des obern Theils der Bauchmuskeln, so wie einem bald größeren, bald kleineren Abschnitte dieser Theile in der linken Seitenhälfte. Der am tiefsten herabreichende, rechte Theil der Leber reicht bis etwa 1 Zoll vom rechten Darmbeinkamme herab. Der rechte Leberlappen bedeckt daher den obern Theil der rechten Niere, den obern Theil des Zwölffingerdarms nebst dem Pförtner, den obern Theil des rechten Grimmdarmes; an seiner untern Fläche zeigt sich wohl eine Impressio renalis und eine Impressio colica. Der linke Leberlappen entspricht der Oberbauchgegend, und ragt zugleich mehr oder weniger weit über die Mittellinie hinaus in's linke Hypochondrium; er bedeckt einen Theil des kleinen Netzes, die Cardia und einen Theil des Magens.

Zur genaueren Bestimmung der Lage der Leber hat Portal [1]) an Leichnamen Versuche angestellt. An der Circumferenz des rechten Hypochondriums wurden perpendiculär gegen die Wirbelsäule stechende Instrumente eingeführt. Bei horizontaler Lage des Leichnams trifft das Instrument, welches zur Seite des Schwertfortsatzes eindringt, das Ende des linken Leberlappens und jenes, welches hinten unterhalb der falschen Rippen eindringt, trifft das Ende des rechten Leberlappens; in jenem Raume jedoch, der sich etwa 4 Finger breit vom Schwertfortsatze und 4 Finger breit von den Lendenwirbeln befindet, wird die Leber vom eindringenden Instrumente nicht verletzt. Dagegen überragt die Leber in der zuletzt genannten Strecke den Rand des Hypochondriums um 2 Querfinger, wenn der Leichnam in die sitzende oder stehende Stellung gebracht wird. Portal giebt an, daß er, um gegen Täuschung gesichert zu sein, besondere Vorsichtsmaßregeln angewendet hat, die er jedoch nicht näher bezeichnet; ich weiß daher nicht, ob er auch die Luftröhre unterbunden hat, bevor er die Leichname in die aufrechte Stellung brachte, was mir unerläßlich zu sein scheint, wenn die am Leichnam gewonnenen Resultate auf den lebenden Menschen übertragen werden sollen. Daß übrigens die Leber in der aufrechten Stellung leichter gefühlt werden kann, ist eine den Praktikern jetzt hinreichend bekannte Thatsache. Den Grund hiervon kann ich aber nicht mit Portal in einem Herabsinken der Leber durch ihre Schwere und in einer Zerrung am Zwerchfelle finden: die Leber hat nur scheinbar eine tiefere Lage, weil die Spannung der Bauchmuskeln sich vermindert und die Höhe des Thorax abnimmt.

Bei jeder Inspiration wird die Leber stärker nach unten gedrängt. Portal überzeugte sich durch Vivisectionen, daß diese Stellverrückung am hintern Umfange der Leber weit bedeutender ist, als am vordern, daß der rechte Lappen um 2 Finger, der linke dagegen fast gar nicht herabsteigt, daß ferner die ganze Leber bei der Inspiration etwas nach vorn geschoben wird, in Folge der Contraction des Zwerchfells.

Beim Neugeborenen ragt die Leber, weil der linke Lappen dem rechten jetzt kaum an Größe nachsteht, stärker in's linke Hypochondrium; sie reicht bis zur Milz und bedeckt den jetzt mehr senkrecht stehenden Magen. Die allmälige Verminderung des Gesammtvolumens der Leber nach der Geburt (Portal fand sie im 8. bis 10. Lebensmonate um ¼ leichter, als bei Neugeborenen) erfolgt ganz auf Kosten des linken Lappens, in welchem sich beim Fötus die von der Nabelvene in die Leber eindringenden Zweige verbreiten; der linke Lappen ist bei einjährigen Kindern um die Hälfte kleiner geworden. Unterdessen erlangt auch der Magen allmälig seine quere Stellung, und so hat die Leber mit dem ersten Lebensjahre die nämlichen Lagenbeziehungen gewonnen, wie sie sich beim Erwachsenen finden.

Die Leber wird in der angegebenen Lage mittelst des Bauchfells festgehalten. Dieses tritt von den Wänden der Bauchhöhle in der Form von Falten oder Bändern an die Leber, überkleidet sie, und setzt sich an bestimmten Stellen wieder mit benachbarten Unterleibsorganen durch bandartige oder mehr flächenartige Fortsetzungen in Verbindung. Unter folgenden Namen werden diese Abschnitte des Bauchfells aufgeführt:

a. Das Aufhängeband (Lig. suspensorium hepatis) ist eine dreieckige Duplicatur des Bauchfells. Sein vorderer Rand sitzt, vom Nabel aufwärts, an der Mittellinie der vordern Bauchwand und am Zwerchfelle;

[1]) Hist. de l'Acad. roy. des Sciences. Année 1773. p. 587 — 598.

sein hinterer Rand heftet sich an der convexen Leberfläche längs der Linie an, welche hier den rechten und linken Lappen von einander scheidet; der untere Rand von etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge ist frei. Am letzteren liegt zwischen den beiden Bauchfelllamellen ein starker, rundlicher, fibröser Strang (Lig. teres hepatis, Chorda venae umbilicalis), das Residuum der Nabelvene, der sich vom Nabel aus durch die Incisura interlobularis des vordern Leberrandes in die Fossa umbilicalis auf der untern Fläche begiebt.

b. Das Kranzband (Lig. coronarium hepatis) entsteht dadurch, daß sich das Bauchfell vom vordern Umfange des Zwerchfells zum stumpfen Leberrande begiebt, und sich von hier aus über die convexe Fläche und den vordern Rand zur untern Fläche der Leber fortsetzt. Am rechten Leberlappen tritt das Kranzband als einfache Lamelle vom Zwerchfelle an die convexe Leberfläche. Am rechten sowohl, wie am linken Leberrande, nimmt das Kranzband die Form einer dreieckigen Duplicatur des Bauchfells an, deren breite Basis dem Zwerchfelle entspricht, und diese Duplicaturen werden im Besonderen die dreieckigen Bänder (Lignamentum triangulare dextrum et sinistrum) genannt. Das rechte dreieckige Band zieht sich bis auf den rechten Leberrand hin, ist aber kurz und straff. Das linke erreicht den linken Leberrand nicht, erstreckt sich aber am Zwerchfelle bis gegen die linke Grenze des Centrum tendineum hin. Schon wegen dieser Ungleichheit der beiden dreieckigen Bänder ist der rechte Leberlappen der weniger verrückbare. Eine zweite wesentliche Bedingung der größern Verschiebbarkeit des linken Lappens liegt aber auch darin, daß hier das Bauchfell von der convexen Leberfläche über den vordern Rand und die ganze untere Fläche des Organes bis wiederum zum Kranzbande nach hinten sich fortsetzt, so daß der ganze Lappen nur mittelst des Kranzbandes und des linken dreieckigen Bandes festgehalten wird. Uebrigens heftet sich das Kranzband am linken Leberlappen niemals an dessen hintern Rand, sondern 2 bis 6 Linien von diesem entfernt an die obere Fläche des linken Lappens, eine Anordnung, deren in den anatomischen Schriften meines Wissens nirgends Erwähnung geschieht.

c. Das Lebernierenband (Lig. hepato-renale) entsteht dadurch, daß das Bauchfell, nachdem es am eigentlichen rechten Leberlappen auf der untern Fläche bis gegen den hintern stumpfen Rand sich hingezogen hat, von hier aus in jene Bauchfelllamelle sich fortsetzt, welche vor der rechten Niere liegt. Es heißt auch Lebergrimmdarmband (Lig. hepato-colicum), weil es, der Mittellinie näher, in die obere Partie des Mesocolon adscendens übergeht.

d. Das kleine Netz (Omentum parvum s. gastro-hepaticum, Lig. gastro-hepaticum). Von 2 rechtwinklicht in einander übergehenden Linien an der Unterfläche der Leber, nämlich aus der Querfurche derselben und aus der Fossa pro ductu venoso Arantii begiebt sich das Bauchfell an die kleine Curvatur des Magens. Diese Bauchfelllamelle ist nach der linken Seite hin länger und schlaffer; sie ist hier bis gegen 4 Zoll lang, verkürzt sich dagegen rechterseits bis auf 2 Zoll.

e. Das Leberzwölffingerdarmband (Lig. hepato-duodenale s. duodeno-hepaticum) ist ein mit dem kleinen Netze auf der rechten Seite continuirlich zusammenhängender Theil des Bauchfells, der zwischen dem rechten Theile der Querfurche und dem obern queren Theile des Zwölffingerdarmes ausgespannt ist.

f. Zwischen dem Lig. hepato-duodenale und dem Lig. hepato-colicum bleibt ein Spalt übrig, durch welchen das Bauchfell sich von rechts nach links

ausstülpt, und den Winslow'schen Beutel (Bursa Winslowii) bildet. Von dieser Ausstülpung des Bauchfells erhält noch der Spigel'sche Lappen eine seröse Umhüllung, und sie bildet zugleich das hintere Blatt des kleinen Netzes, in der Querfurche sowohl, als in der Fossa pro ductu venoso bis zum Zwerchfelle hinab. Die engere Eingangsstelle dieser Ausstülpung, das Foramen Winslowii, entspricht dem rechten Ende der Pforte.

Das Bauchfell bekleidet demnach die ganze Leber, ausgenommen den hintern stumpfen Rand des rechten Lappens, die beiden Längsfurchen und die Querfurche an der untern Fläche. An diesen Stellen liegt aber eine fibröse Schicht auf der Lebersubstanz, und diese setzt sich auch unter dem Bauchfellüberzuge über die ganze übrige Leber fort, so daß also das ganze Organ von einer Membrana s. Capsula fibrosa bekleidet wird. Sie ist im Allgemeinen ziemlich dünn, so daß die Lebersubstanz durch sie und den Bauchfellüberzug hindurchschimmert; doch läßt sich an der Menschenleber in kleineren Strecken der Peritonealüberzug von der unterliegenden Membrana fibrosa abtrennen. Weit vollkommener gelingt diese Sonderung an der Pferdeleber; hier kann man die Peritonealschicht über die ganze Leber weg leicht von der fibrösen Schicht abziehen, daher auch hier das Leberparenchym weniger durchschimmert. An der Leber des Schaafes, des Hundes, der Katze, des Igels, des Eichhörnchens fehlt die fibröse Schicht unter dem Bauchfellüberzuge, an der des Schweines ist sie nur sehr rudimentär vorhanden. Eben so fehlt sie an der Leber der Vögel, des Frosches. Bei der Schildkröte läßt sich der Ueberzug der Leber (an Weingeistexemplaren) nicht in doppelte Lamellen zerlegen, er ist aber ziemlich dick und zeigt unter dem Mikroskope feine Fasern.

In der Pforte umhüllt eine größere Menge fibröser Fasern die hier aus- und eintretenden Gefäße, und bildet die sog. Glisson'sche Kapsel (Capsula Glissonii), die einerseits mit dem Bindegewebe im Lig. hepato-duodenale zusammenhängt, andererseits sich in jene Kanäle im Innern der Lebersubstanz fortsetzt, in denen die Verzweigungen der Pfortader, der Gallenkanäle und der Leberarterie gemeinschaftlich enthalten sind, deren Verästelungen sie (am deutlichsten beim Schweine) bis zu den Leberläppchen hin folgt.

Die Leber ist im Allgemeinen ziemlich fest, so daß sie einen ziemlichen Druck des Fingers verträgt, bevor sie zerreißt. Sie ist aber bald mehr, bald weniger leicht brüchig, und auf dem Bruche oder Risse zeigt sie eine körnige Beschaffenheit. Auf Durchschnitten der Leber erfolgt kein Collapsus der durchschnittenen Gefäße, namentlich nicht der Venen.

Farbe.

Die Farbe der Leber ist im Allgemeinen gelbbraun. Je nach dem Grade der Anfüllung der Blutgefäße, namentlich der venösen Gefäße und der Gallenkanälchen, ist sie aber bald dunkler, nämlich rothbraun, bald heller, nämlich graulichgelb gefärbt.

Diese Färbung ist jedoch niemals eine gleichmäßige; an der freien Fläche der Leber sowohl, wie auf Schnitten, unterscheidet man stets zwei verschiedenfarbige alternirende Elemente, die man nach der Farbe ganz einfach als braune Substanz (Substantia fusca) und als gelbe Substanz (Substantia flava) der Leber unterscheiden kann. Da aber diese zwei Substanzen an sonst ganz gesunden Lebern verschiedener Individuen in ihren wechselseitigen Beziehungen sich anscheinend auf ganz entgegengesetzte Weise

verhalten können, so ist zu bestimmen, welche Form der Anordnung die normale ist. Vergleicht man zu diesem Ende die Lebern der Säugethiere, namentlich des Hundes, der Katze, des Schweines, so überzeugt man sich, daß die folgende Anordnung die normale ist, wenngleich sie beim Menschen im Ganzen weit seltener vorkommt, als die andere. Ganz charakteristisch fand ich übrigens diese Anordnung bei einigen Individuen, die an Phthisis gestorben waren.

Die helle oder gelbe Substanz erscheint in der Form von Streifen, welche dergestalt unter einander in Verbindung stehen, daß sie an der betrachteten Leberfläche den Anblick eines continuirlich zusammenhängenden Netzes gewähren. Dieses netzartige Aussehen tritt stets auf gleiche Weise hervor, an der freien Oberfläche, wie auf Durchschnitten der Leber, in welcher Richtung diese auch geführt sein mögen, die hellen Streifen sind also durchschnittene Wände, die sich zellenartig unter einander verbinden. Diese Zellen nun werden von der dunkeln oder braunen Substanz erfüllt, die mithin eben so viele rundliche oder eigentlich rundlich-eckige Klümpchen oder Körner bildet, als zellige Räume, von gelber Substanz umschlossen, vorhanden sind. — Wäre nun die Leber stets so beschaffen, so könnte man auch ohne Weiteres die gelbe Substanz als netzförmige (Substantia reticularis), die dunkle als gekörnte (Subst. granosa) bezeichnen. Das ist nicht der Fall; indessen werde ich mir doch erlauben, aber nur zum Behufe der weitern Beschreibung, von diesen beiden Namen Gebrauch zu machen.

Die Größe der zelligen Räume, welche aus einem eingeschlossenen Klümpchen brauner Substanz und einem umschließenden Streifen gelber Substanz bestehen, ist nicht in allen Lebern die gleiche, und sie variirt auch an verschiedenen Stellen der nämlichen Leber. Ich will nur 3 Beobachtungen dafür anführen, unter denen wohl die Extreme mitbegriffen sein dürften: a) Junger Mann, an Phthisis verstorben. Zwischen 2 Punkten, die einen halben Zoll von einander entfernt sind, zähle ich in der Linearrichtung auf der Oberfläche der Leber 8 bis 9, auf Schnitten 6 bis 7 dunkle Körner. Die Streifen der netzförmigen Substanz zwischen je 2 Körnern messen hier wie dort im Mittel etwa $1/4'''$, so daß also die ungleiche Größe auf Rechnung der Körner fällt. b) Mann von 53 Jahren, an Phthisis verstorben. In der Strecke eines halben Zolles liegen an der Oberfläche wie auf Schnitten 10 bis 12 dunkle Körner; die trennenden Streifen sind im Allgemeinen etwas breiter, als die ausfüllenden Körner. c) Junger Mann, der in der Trunkenheit einen tödtlichen Fall erlitten hatte. In der Strecke eines halben Zolles liegen 12 bis 14 dunkle Körner. In der größern Masse der Leber verhält sich die Dicke der trennenden Streifen zu jener der ausfüllenden Körner nur wie 1 : $1\frac{1}{2}$ bis 2; stellenweise aber schwindet die ausfüllende Masse dermaßen, daß sie nur noch punktförmig erscheint.

Der Streifen der netzförmigen Substanz, welcher das einzelne dunkle Korn einschließt, hat nicht in der ganzen Circumferenz gleiche Breite: er ist im Allgemeinen da breiter, wo 3 oder 4 Körner an einander stoßen, schmäler dagegen da, wo er nur je 2 nächste Körner von einander scheidet. Kiernan[1]) hat dafür in seiner berühmten Abhandlung über den Bau der Leber eine besondere Nomenclatur eingeführt. Ich werde mit ihm die breiteren Stellen der Streifen Zwischenläppchenräume (Spatia interlobularia), die schmäleren Stellen Zwischenläppchenspalten (Fissurae in-

---

[1]) Phil. Trans. 1833. p. 711 — 770.

terlobulares) nennen. In der Mitte der Spatia interlobularia bemerkt man sehr häufig mittelst der Loupe, aber auch schon mit bloßem Auge, einen dunkeln Punkt, der sich auf Leberschnitten deutlich als die Mündung eines durchschnittenen Gefäßchens zu erkennen giebt. Sehr häufig sieht man auch an der Oberfläche der Leber ein Gefäßchen aus dem Spatium interlobulare heraustreten, das sich in 2, 3, selbst 4 Aestchen theilt, welche dann in die Fissurae interlobulares eintreten, und hier im Ganzen horizontal verlaufen.

Die Körner der dunkeln Lebersubstanz lassen in der Mitte bisweilen einen dunkleren Punkt erkennen, der offenbar einem Gefäßchen entspricht; denn in anderen Fällen ist statt des Punktes wirklich ein einfaches oder getheiltes Gefäßchen sichtbar. Auch auf Schnitten der Leber kommt bisweilen in den dunkeln Körnern ein Gefäßpunkt zum Vorschein, doch im Ganzen seltener, als an der freien Oberfläche.

Die helle netzförmige Substanz ist weit consistenter, als die braune gekörnte Substanz, die stärker mit Feuchtigkeit, d. h. mit Blut durchtränkt ist. Liegt die unverletzte Leber frei an der Luft, so sinken die den Körnern entsprechenden Stellen der Oberfläche etwas ein. Die nämliche Erscheinung tritt auch auf frei liegenden Schnittflächen der Leber ein; es ragen dann die Streifen der netzförmigen Substanz noch schärfer hervor, als umschlössen sie niedrige zellige Räume. Das nämliche Aussehn entsteht, wenn man mit dem Scalpell wiederholt leise über eine Schnittfläche hinstreicht: die dunkle gekörnte Substanz wird dadurch breiartig weggeschabt, und die zurückbleibende netzförmige Substanz bildet schwach vorragende Streifen. An weichen Lebern tritt jene zellige Bildung auf der Schnittfläche auch schon ganz einfach dadurch hervor, daß man an der Circumferenz des Schnittes nach entgegengesetzten Richtungen schwach zieht, als wollte man die Fläche vergrößern: die Substanz der Körner sinkt dann etwas unter's Niveau der ursprünglichen Schnittfläche.

Betrachtet man Lebern, an denen die beiderlei Substanzen in Betreff der räumlichen Vertheilung und der Färbung auf die angegebene Weise sich verhalten, in einer größern Ausdehnung genauer, so sieht man zwischendurch, auf der Oberfläche sowohl, wie auf Schnitten, zwei dunkle Körner zusammenfließen, indem die netzförmige Substanz in einer Fissura interlobularis gänzlich fehlt, oder indem sie von dem Spatium interlobulare aus nur eine gewisse Strecke weit in den Doppelraum zweier Körner hineinragt. Diese unbedeutende Modification ist aber der Uebergang zu jener Beschaffenheit der Lebersubstanz, die mehr oder weniger deutlich an der Mehrzahl gesunder Lebern vorkommt, daß nämlich hellere Flecken oder Körner von einer dunkleren, im Ganzen netzförmig angeordneten Substanz umschlossen werden. In diesen Fällen findet nicht etwa ein Farbenumtausch der beiden oben unterschiedenen Lebersubstanzen Statt, so daß die nämliche Substanz, welche bei der zuerst beschriebenen Form dunkle Körner bildet, hier helle Körner bildete, die netzförmige helle Substanz der ersten Form dagegen hier eine dunkelgefärbte geworden wäre; vielmehr ist die Färbung das Unveränderliche, die räumliche Anordnung das Wechselnde, daher die helleren Körner identisch mit der hellen netzförmigen Substanz der ersten Form, die dunkle netzförmige Substanz identisch mit den dunkeln Körnern der ersten Form. Ich wähle die Beschreibung der Leber eines Mannes, der einige Tage nach einer erlittenen Fractur der Rückenwirbel gestorben war, um dies darzuthun: Am Spigelschen Lappen sind die beiden Substanzen nach der Normalform angeordnet; nur sind die dunkeln Körner klein, denn es verhält

sich die Dicke der Substantia reticularis zur Subst. granulosa wie $2\frac{1}{2}$ bis 2 : 1. Auf der convexen Leberfläche kommen Stellen vor, wo gelblich gefärbte Körner durch eine dunkle netzförmig angeordnete Masse von einander gesondert sind. Auffallend ist die Größe dieser Körner im Vergleich mit den Körnern im Spigel'schen Lappen; ihr Durchmesser übertrifft wohl achtmal die Breite der sie trennenden dunkeln Streifen. Einzelne von den hellen Körnern sind vollkommen inselartig von den nebenliegenden isolirt; häufiger jedoch stehen sie in mehr oder weniger deutlichem Zusammenhange mit einem oder mit zwei nebenliegenden, und zwischendurch hängen sie selbst reihenweise zusammen, wodurch ein den Hirnwindungen ähnliches Aussehn hervorgebracht wird. Daß nun aber die hellen Körner nichts Anderes sind, als die vergrößerten Spatia interlobularia, die gar nicht oder nur einseitig mit den angrenzenden in den Fissurae interlobulares zusammenfließen, so daß die dunkle Substanz sich durch diese Fissurae interlobulares ohne Unterbrechung fortsetzt und sich netzförmig gestaltet, davon kann man sich schon auf's Deutlichste überzeugen, wenn man in der Untersuchung der Leberoberfläche bis dahin fortschreitet, wo die Normalanordnung der beiden Substanzen vorhanden ist. Unwiderleglich zeigt es sich ferner an solchen Stellen, wo die Injection der Pfortader (der rechte Ast war injicirt worden) an der Oberfläche hervortritt. Die unterbrochen gefärbten Ringe, welche nach einer solchen Injection an der Normalleber in der hellen Subst. reticularis auftreten, liegen an der untersuchten Leber nicht in der dunkeln Substanz, sondern sie durchsetzen die hellen Pseudokörner, so daß in der Mitte des Ringes dunkle Substanz liegt. Dasselbe wird auch noch durch folgende Umstände erwiesen: In den hellen Pseudokörnern sieht man an der freien Leberfläche sowohl, wie auf Schnitten, den nämlichen Gefäßpunkt, wie er in den Spatia interlobularia vorzukommen pflegt. Die Substanz der Pseudokörner ist weit consistenter, als die dunkle netzförmige Substanz. Wird die freie Fläche der Leber, mit oder ohne Peritoneum, wird eine Schnittfläche der Luft ausgesetzt, so bilden sich kleine Vertiefungen, die der dunkeln Substanz entsprechen. Streicht man mit dem Scalpell über die Schnittfläche weg, so schabt sich die dunkle Substanz breiartig ab, und es entstehen Vertiefungen zwischen den Pseudokörnern, wobei man auch zugleich wahrnehmen kann, daß die Pseudokörner, wenn sie auch an der Oberfläche isolirt zu sein schienen, doch in der Tiefe mit einer in Farbe und Consistenz gleichartigen Substanz zusammenhängen. Endlich bilden sich an solchen Leberpartieen, wo die Pseudokörner stärker entwickelt sind, auf dem Bruche weit häufiger und leichter Körner, was, wie aus dem Folgenden erhellen wird, ebenfalls als Argument gelten kann. — Uebrigens ist an dieser Leber der Lobus Spigelii bei weitem nicht so consistent, als die übrige Leber, was ich ganz eben so an einer zweiten Leber fand, wo auch nur der Spigel'sche Lappen die Normalanordnung zeigte. Denn im Allgemeinen sind die Lebern mit Pseudokörnern durch größere Consistenz ausgezeichnet.

Bei verschiedenen Thieren fand ich folgende Anordnung der hellen und dunkeln Substanz:

Hund. Ich untersuchte 2 Exemplare genauer. Mit bloßem Auge, noch deutlicher mit der Loupe, erkennt man ziemlich runde Pseudokörner mit einem Blutpunkte in der Mitte, umgeben von einer dunkeln Substanz, die sich netzförmig zwischen den Körnern hinzieht. An anderen Stellen fließen zwei oder mehr Pseudokörner zusammen, bald mehr gerade, bald gebogene Streifen bildend, welche das Ansehn von Hirnwindungen zeigen, weil zwi-

schen den helleren Streifen sich schmale dunkle Streifen hinziehen. An anderen Stellen sind die Pseudokörner dergestalt unter einander im Zusammenhange, daß sie ein Netz bilden, in dessen engen Maschen dunkle Punkte, die eigentlichen Körner, liegen. Daß an den letzteren Stellen die ringförmige helle Umgebung des einzelnen dunkeln Kornes den Pseudokörnern anderer Stellen entspricht, erkennt man (abgesehen von der Injection) schon daraus, daß sie an 3 bis 5 Stellen einen dunkeln Gefäßpunkt wahrnehmen läßt. Auf den aus der Vereinigung mehrer Pseudokörner entstehenden Streifen sieht man häufig eine dunklere Linie (ein Gefäß) verlaufen. Die eigentlichen dunkeln Leberkörner zeigen sehr häufig (an der einen Leber fast ohne Ausnahme) einen mittleren Gefäßpunkt. Ich zähle in der Strecke eines halben Zolles 10 bis 14 wahre Körner. Die Leber ist ungemein brüchig, und auf dem Bruche treten überall Körner hervor. Indem ich den Bruch gegen einen injicirten Pfortaderast richte, sehe ich die auf dem Bruche vorragenden Körner häufig in Verbindung mit einem Pfortaderästchen, und mit Hülfe der Staarnadel lassen sich diese Körner so isoliren, daß sie wirklich nur noch an einem Pfortaderästchen hängen. Als Gegenversuch mache ich einen Bruch an einem Leberstücke, woran die Vena hepatica injicirt ist: hier gelingt es niemals, die sich darstellenden Körner so zu isoliren, daß sie nur an einem Lebervenenästchen hingen.

Katze. Die Leber einer alten Katze, 4 Stunden nach der Tödtung des Thieres untersucht, zeigt eine grauliche Substantia reticularis, in deren Maschen die dunkle Substantia granosa liegt. In der Länge eines halben Zolles zähle ich 12 bis 14 Körner. Die Körner sind überall sehr klein, rundlich, häufiger aber unregelmäßig, eckig; ohne Ausnahme zeigt sich ein Gefäßpunkt in ihrer Mitte. Die Streifen der netzförmigen Substanz zwischen je 2 Körnern sind mindestens eben so dick, als die Körner; zum Theil aber verhält sich ihre Dicke zu jener der Körner wie 4 bis 6 : 1. Die Spatia interlobularia zeichnen sich nirgends durch größere Dicke vor den Fissurae interlobulares aus; auch erkennt man nirgends einen Gefäßpunkt in ihnen. In der Mitte der netzförmigen Substanz, welche ringförmig das einzelne dunkle Leberkorn umgiebt, verläuft eine feine dunkle Linie, die ebenfalls einen Ring um das einzelne Korn bildet. Auch diese dunkeln Linien werden in den Spatia interlobularia, wo sie mit den nebenliegenden zusammenfließen, nicht breiter. Besonders deutlich treten die dunkeln feinen Linien an solchen Leberstellen hervor, welche von der transsudirten Galle gefärbt worden sind; das Aussehn der Leberoberfläche ähnelt hier ganz den Abbildungen des Pflasterepitheliums, denn man sieht scharfbegrenzte fünf- bis siebenseitige gelbe Felder mit einem dunkleren Punkte in der Mitte. Das nämliche Aussehn tritt aber auch sehr gut hervor, nachdem die Leber eine Zeit lang in Wasser gelegen hat. — Auf einem Leberschnitte erscheinen die dunklen Körner im Ganzen rundlich. Am Uebergange des Schnittes in die freie Leberoberfläche kann man aber noch Folgendes wahrnehmen. Häufig sind die einzelnen Körner in der einen Richtung weit größer, nämlich etwa zweimal so lang, als breit und dick. Zwischendurch sieht man auch ein Gefäßchen, welches nach der Länge des Kornes und in dessen Mitte von einem Ende bis zum andern verläuft. Auf dem Schnitte bemerkt man ferner hier und da die nämlichen ringförmigen dunkeln Linien im Umfange des einzelnen Kornes, wie an der Oberfläche: zugleich aber kann man bisweilen einen deutlichen Zusammenhang dieser Ringe mit Gefäßchen erkennen. Man erblickt ferner vielfältig Gefäßpunkte in den weißlichen Spatia interlobularia und Gefäßstreifchen,

welche durch die Subst. reticularis hindurch gegen die freie Oberfläche der Leber verlaufen. — Auf dem Bruche bilden sich sehr verschieden große Körner. Verfolgt man einen Bruch von der Oberfläche aus, so kann man erkennen, daß derselbe zunächst durch die Streifen der Subst. reticularis eindringt; sehr wahrscheinlich wohl durch die Mitte derselben, wo die dunkle Linie befindlich ist.

Schwein. Die gelbliche Subst. reticularis umschließt vierseitige bis sechsseitige zellige Räume, in denen die dunkeln Klümpchen liegen. Die einzelnen Körner sind im Allgemeinen noch einmal so dick, als die Streifen der Subst. reticularis zwischen je 2 Körnern. In der Länge eines halben Zolles zähle ich 7 bis 10 Körner. Aus der Mitte der Körner treten häufig Gefäßchen an die Oberfläche der Leber, die entweder als einfache Streifen fortlaufen, oder sich auch in 2, 3, selbst 4 nach verschiedenen Richtungen verlaufende Zweigelchen theilen. In der Mitte der ringförmigen Streifen von Subst. reticularis, welche das einzelne Korn umschließen, macht sich bald mehr bald weniger deutlich ein linienförmiger schmaler Streif bemerklich; durch diese Streifen wird die ganze Oberfläche in vier= bis sechsseitige scharfbegrenzte Felder abgetheilt. Bringt man die Oberfläche der Leber in einen Zustand von Erschlaffung, indem man die Ränder der Leber etwas biegt und einander nähert, so bekommt die Oberfläche ein feinhöckeriges Aussehn; die Vertiefungen zwischen je 2 gewölbten Höckerchen entsprechen aber überall den Linien zwischen den scharfbegrenzten Feldern. Läßt man ferner die Oberfläche der Leber etwas abtrocknen, so entsteht an der Stelle eines jeden Kornes eine schwache Vertiefung, und die Subst. reticularis bildet überall schwach vorragende Streifen. Mittelst der Loupe bemerkt man aber außerdem noch mehr oder weniger deutlich, daß auf der Mitte des vorragenden Streifen selbst wieder eine ganz schmale Rinne mit abwechselnden kleinen Anschwellungen und Einschnürungen verläuft, die also offenbar der Begrenzungslinie zwischen den vorhin erwähnten Feldern entspricht. Am schärfsten und deutlichsten tritt übrigens diese schmale Begrenzungslinie zwischen den Feldern hervor, wenn die Injection der Pfortader oder der Lebervene gut gelungen ist.

Schaaf. Das Aussehn ist meistens ein verschiedenartiges an verschiedenen Stellen der nämlichen Leber. Die dunkeln Körner sind selten kreisrund, meistens etwas länglich, bisweilen linienförmig, sehr häufig unregelmäßig. Das einzelne Korn wird gewöhnlich von 7, seltener nur von 6 Körnern kranzförmig umgeben. Ich zähle an verschiedenen Lebern, aber auch an verschiedenen Stellen der nämlichen Leber 5 bis 15 Körner in der Strecke eines halben Zolles. Die Dicke der Streifen der netzförmigen Substanz, verglichen zum Durchmesser der Körner, fand ich in der nämlichen Leber zwischen 1 : 6 und 6 : 1 variirend. Den Spatia interlobularia entsprechend ist die netzförmige Substanz in der Regel etwas breiter, und mittelst der Loupe sieht man nicht selten mehr oder weniger deutlich eine feine dunkle Linie oder auch wohl einen Gefäßstreifen in der Längsrichtung der Streifen von netzförmiger Substanz verlaufen. Wo die Streifen der netzförmigen Substanz sehr breit sind, da entsteht oftmals ein den Hirnwindungen ähnelndes Aussehn. In der Mitte der dunkeln Körner zeigt sich sehr häufig ein Gefäßpunkt oder ein Gefäßchen.

Dammhirsch. Die Leber eines Dammhirsches, der vor $2\frac{1}{2}$ Tagen an einer schweren Geburt zu Grunde gegangen war, zeigte fünf= bis sechsseitige, bis rundliche, durch schmale dunkle Streifen scharf von einander ab=

gegrenzte schmutzig-weiße Felder, und zwar 9 bis 13 in der Länge eines halben Zolles. In der Mitte des einzelnen Feldes war sehr häufig ein dunkler Punkt zu bemerken.

Pferd. Hier muß man vielleicht erst den Bauchfellüberzug und einen Theil der Membrana fibrosa entfernen, um das Aussehn der freien Oberfläche der Leber untersuchen zu können. Durch schmale dunkle Begrenzungslinien, die mehr oder weniger deutlich netzförmig unter einander verbunden sind, wird die Oberfläche der Leber in länglichrunde Felder abgetheilt, die einen mittlern Durchmesser von $1/2$ bis $3/4$ Linie haben; denn auf die Strecke eines halben Zolles kommen 8 bis 10 solcher Felder. Jedes Feld besteht aus einer helleren, peripherischen, der Masse nach weit überwiegenden Substanz (Subst. reticularis) und einem mittlern dunkeln Fleck (Subst. granulosa), der länglich ist, gleich dem ganzen Felde. Die dunkeln Begrenzungslinien sind nicht im ganzen Umfange der Felder gleich deutlich, sondern man bemerkt häufig eine streifenartige Zusammengruppirung der Felder, in der Weise, daß eine Reihe von 3, 5 oder mehr Feldern zu beiden Seiten durch sehr deutliche, verhältnißmäßig breite Begrenzungslinien von der Umgebung gesondert sind, während die Linien zwischen je zweien jener Felder oftmals undeutlich, ja manchmal gar nicht zu erkennen sind. Der Umfang der einzelnen Felder hat bald mehr bald weniger deutlich schon für das bloße Auge ein schwach gekerbtes Aussehn. Den stärkeren Einkerbungen entsprechend sieht man wohl feine dunkle Linien von der Peripherie des Feldes gegen dessen mittleren Fleck verlaufen. — Auf Durchschnitten der Leber bemerkt man statt der dunkeln Begrenzungslinie zwischen den an einander grenzenden Feldern schwache Einsenkungen; doch geht auch hier, wie an der freien Oberfläche, die helle Subst. reticularis häufig ohne alle Unterbrechung aus einem Felde in das andere fort. Der dunkle Fleck in der Mitte der Felder giebt sich an der Mehrzahl der letztern als einen Gefäßpunkt zu erkennen, aus welchem oftmals Blut kommt. — Die Bruchfläche der Leber hat ein gekörntes Aussehn. Verfolgt man den Bruch von der Oberfläche aus, so sieht man zwischendurch deutlich, daß die Trennungsspalte zwischen zwei Feldern, entsprechend der dunkeln Begrenzungslinie, eindringt.

Eichhörnchen. Eine in Weingeist aufbewahrte Leber hat ein gekörntes Aussehn. Die Injection der Pfortader lehrt, daß die schwach vorragenden Körner nur Pseudokörner der netzförmigen Substanz sind. Eigentliche Leberkörner zähle ich 15 bis 18 in der Länge eines halben Zolles.

Kaninchen. In der Länge eines halben Zolles finden sich 12 bis 14 dunkle Körner. Selten sind aber die beiden Bestandtheile der Leber so angeordnet, daß die hellere Subst. reticularis Maschenräume umschließt, in denen die dunkle Subst. granosa eingebettet liegt. Im Allgemeinen zeigt die Kaninchenleber weißliche Körnchen, die etwa $1/2'''$ messen, häufig einen Gefäßpunkt in der Mitte besitzen und durch schmale dunkle Striche von einander getrennt werden. Es sind Pseudokörner der Subst. reticularis. An anderen Stellen der Leber sind diese Pseudokörner unter einander verbunden, und das Aussehn der Oberfläche erinnert an die Hirnwindungen; auch sieht man wohl einen feinen dunklen Streifen der Länge nach auf einer solchen Hirnwindung verlaufen. Zwischendurch trifft man auch wohl eine Stelle, wo die Pseudokörner zu einem Ringe vereinigt sind, von welchem ein dunkles Korn umschlossen wird.

Igel. Die Leber eines frischgetödteten Igels erinnerte durchaus an das Aussehn der Gehirnoberfläche: hellere, breite, gewunden verlaufende

Streifen werden durch dunklere Furchen von einander getrennt. Jene hellere, die Windungen constituirende Substanz tritt zwischendurch in der Form ziemlich isolirter Körner auf, in deren Mitte sehr gewöhnlich ein Gefäßpunkt oder ein Gefäßstreifen bemerklich ist; nirgends jedoch sehe ich ganz isolirte Körner. In den schmalen Streifen der dunkeln Substanz ist häufig ein horizontal verlaufendes Gefäßstämmchen zu erkennen. Ich lege die noch warme Leber in kaltes Wasser; sie bekommt dadurch plötzlich ein dunkleres Aussehn und die vorher glatten Oberflächen werden grobrunzelicht. Nachdem die Leber 24 Stunden im Wasser gelegen hat, ist sie wieder hellgelblichgrau geworden, und jetzt erblickt man fast überall vollständig isolirte Pseudokörner. Die dunkeln Streifen zwischen den Pseudokörnern verlaufen zwischendurch ziemlich geradlinig in langer Strecke.

Huhn. Untersucht man die Oberfläche der Leber genauer mit bloßem Auge oder mit der Loupe, so bemerkt man, bald mehr bald weniger deutlich, dichtgedrängte, runde, helle Körnchen, die durch dunklere Zwischenräume von einander geschieden sind. In der Strecke einer Linie zähle ich 4 bis 5 solcher Körnchen, deren Mitte sehr häufig einen Gefäßpunkt erkennen läßt. Wahrscheinlich entsprechen diese Körnchen den Pseudokörnern in der Säugethierleber; wiederholte Injectionen müssen dies entscheiden. — In Weingeist aufbewahrte Lebern von Raubvögeln zeigten die nämlichen Körnchen.

Schildkröte. Die Leber der griechischen Schildkröte zeigt an der Oberfläche dichtgedrängte weißliche Körner, zwischen denen sich schmale, maschenförmig verbundene, durch $^1/_{200}$ bis $^1/_{100}'''$ große Pigmentzellen schwarz gefärbte Streifen hinziehen. Die Körner sind in der Mehrzahl rund, manchmal aber auch doppelt so lang als breit, und der Größe nach sehr ungleich, so weit sie an der freien Oberfläche sich zeigen; denn hier übertreffen die größten achtmal die kleinsten. Im Mittel kommen 10 bis 12 Körner auf die Länge eines halben Zolles.

Frosch. Rundliche, etwa $^1/_4'''$ messende Körnchen werden durch schmale, maschenförmig verbundene Streifen, die durch eingestreute Pigmentkörnchen ein dunkles Aussehn besitzen, von einander gesondert. In der Mitte der weißen Körnchen bemerkt man Gefäßästchen.

Fische. Bei bestimmten Arten von Plagiostomen ist nach J. Müller[1]) schwarzes Pigment durch die ganze Leber verbreitet; die rundlichen Pigmentzellen folgen überall der interlobularen Substanz, daher die Leber ein schwarz marmorirtes Ansehn erhält, so daß die gelbe Substanz der Lobuli an der Oberfläche, wie auf Durchschnitten, inselartig von einem rußartigen Hofe umgeben erscheint. Nach Malpighi ist an der Leber des Aales der lappige Bau noch ganz deutlich.

Die beiden nach Farbe (und Gefäßvertheilung) verschiedenen Substanzen in der Leber der Säugethiere scheint zuerst Ferrein[2]) in einer an die französische Akademie eingeschickten Abhandlung unterschieden zu haben. Ferrein hatte die Normalanordnung vor Augen: die hellere, einschließende Substanz nannte er deßhalb Rindensubstanz, die dunkle, eingeschlossene aber Marksubstanz. Autenrieth[3]) wieß darauf hin, daß in der Leber, wie in einigen anderen Organen, zweierlei Substanzen vorkommen, die man als Marksubstanz und Rindensubstanz bezeichnen könne. Er hatte aber die beim

---

[1]) Archiv 1843. S. 342.

[2]) Mém. de l'Acad. royale des Sc. Année 1733. Hist. p. 36.

[3]) Reil's Archiv 1807. Bd. 7. S. 299.

Menschen allerdings häufiger vorkommenden Fälle vor Augen, wo die hellere Subst. reticularis in der Form mehr oder weniger isolirter Pseudokörner erscheint. Marksubstanz nannte er daher die in der Leber bemerkbaren Körner, die immer eine gelbbraune Farbe haben; Rindensubstanz nannte er die weichere, rothbraune Substanz in den Zwischenräumen der Körner. Mappes [1]) hat beiderlei Formen der Anordnung der doppelten Lebersubstanz vor Augen gehabt; doch scheint ihn die Autorität seines Lehrers Autenrieth an freier selbstständiger Auffassung gehindert zu haben. Die Marksubstanz will er lieber Subst. acinosa propria, die Rindensubstanz Substantia celluloso-vasculosa nennen. Beiderlei Substanzen beschreibt er zuerst (p. 6. 7.) im Ganzen wie Autenrieth, daß nämlich die Marksubstanz aus mehr oder weniger isolirten Körnern bestände; weiterhin indessen (p. 9.) hat er offenbar die Normalanordnung vor Augen, wenn er den Bau der Leber mit der Beschaffenheit eines Waschschwammes vergleicht, wobei die hellere Subst. acinosa den auseinanderfahrenden Verästelungen, die dunkle Subst. celluloso-vasculosa aber den zelligen Räumen des Schwammes entspräche. Meckel [2]) beschreibt die Normalanordnung, wie Ferrein, nennt aber mit Autenrieth und Mappes die hellere Substanz Mark, die dunklere Rinde. Krause [3]) hat dagegen seiner Beschreibung jene Form zu Grunde gelegt, wo die netzförmige Substanz Pseudokörner bildet. Diese gelblichbraunen, durch größere Derbheit sich auszeichnenden Körner nennt er aber ohne Weiteres Läppchen der Leber; die dunkle Lebersubstanz ist ihm daher kein constitutives Element der Läppchen, vielmehr ist sie ihm ganz gleichbedeutend mit Kiernan's Tela interlobularis zwischen den einzelnen Läppchen. Naturgetreu läßt er dann auch das Capillarnetz der Pfortader in seiner Tela interlobularis (d. h. innerhalb der eigentlichen Lobuli) liegen. Er geräth aber mit der Natur in Widerspruch, wenn er in seinen Lobulis ein Aestchen der Lebervene, die Vena intralobularis verlaufen läßt. Auch Cruveilhier [4]) beschreibt die gelben Pseudokörner als Lobuli hepatis, und giebt dann die sonderbarste Beschreibung vom Verhalten der verschiedenen Lebergefäße zu diesen Lobulis. Huschke [5]) hat die Normalanordnung der beiden Substanzen vor Augen, indem er die Leber aus Läppchen bestehen läßt, an denen man eine mittlere braunrothe Insel und einen helleren Ring, die Marksubstanz, unterscheidet. Die Marksubstanz nennt er körnige (Subst. acinosa), die dunkle oder Rindensubstanz nennt er Blutgefäßsubstanz (Subst. vasculosa), und diese letztere ist ihm wieder eine doppelte: a) Blutader- oder Innenlappensubstanz (S. venosa s. intralobularis), nämlich die dunkle Insel in der Mitte der Läppchen; b) Pfortader- oder Zwischenlappensubstanz (S. hepatico-portensis s. interlobularis), nämlich die Vereinigung eines zarten Zellgewebes und der feinen Aestchen von Pfortader und Leberpulsader in den Interstitien der Läppchen. Henle [6]) erwähnt der doppelten Anordnung der beiden Lebersubstanzen.

---

[1]) Diss. de penitiori hepatis humani structura. Tubing. 1817.

[2]) Handbuch d. m. Anat. B. 4. S. 339.

[3]) Handb. d. m. Anat. 2. Aufl. S. 643.

[4]) Anat. descriptive. T. 2. p. 568 — 575.

[5]) Sömmering's Anat. Bd. 5. S. 130.

[6]) Allgem. Anat. S. 901. Anm.

Läppchen.

Daß die Leber (der Säugethiere) ein Aggregat gleichartig gebildeter kleiner Abtheilungen sei, die man an der Oberfläche sowohl, wie auf dem Schnitte mit bloßem Auge unterscheidet, scheint zuerst Wepfer [1]) bestimmt ausgesprochen zu haben. Nach ihm enthält die Leber (am deutlichsten die gekochte Schweinsleber) unzählige glandulas quadrangulares aliterque ratione figurae affectas, worunter er nichts Anderes verstehen kann, als Malpighi's Läppchen, was Letzterer auch selbst behauptet. Malpighi [2]) nämlich stellte die Leber als eine conglomerirte Drüse mit dem Pankreas, den Speicheldrüsen u. s. w. zusammen, und suchte nachzuweisen, daß sie, gleichwie bei den Schnecken, auch bei den Säugethieren aus einzelnen Lobulis bestände. Von diesen Lobulis unterscheidet Malpighi wieder bestimmt glandulosi acini, quibus lobulus componitur (l. l. p. 362); es ist daher ein Irrthum, wenn Krukenberg [3]) angiebt, Malpighi habe die Läppchen so klein geschildert, daß sie nur mit dem Mikroskope gesehen werden könnten. Die Frage über die Zusammensetzung der Leber aus gröberen gleichartigen Elementen war übrigens bis in die neuere Zeit unklar und zu Mißverständnissen führend, weil sonderbarer Weise der in der Terminologie der Drüsen eingeführte Name Acinus bei der Leber vielfältig als synonym mit Lobulus gebraucht wurde. So besteht nach Sömmerring [4]) die Leber ex acinis parvis quodammodo triquetris, tetragonis, pentagonis, hexagonis ac multangulis, worunter er nur die wahren oder falschen Läppchen der Leber verstehen kann. Meckel sagt geradezu: Kleine Anhäufungen von Mark und Rinde vereinigt kann man Läppchen (Acini) der Leber nennen. Selbst J. Müller, der den lappigen Bau der Leber vertheidigte, insbesondere durch Hinweisung auf die macerirte Leber eines Eisbären im Berliner Museum, gebrauchte in seiner Physiologie [5]) durchweg den Namen Acinus für jene Theilchen der fraglichen Leber, die er in einer neuern Notiz [6]) und in der vierten Auflage der Physiologie überall als Lobuli bezeichnet. Valentin [7]) vermeidet den Namen Leberläppchen ganz, und redet nur von Acinis, worunter er aber die Lobuli Anderer versteht.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte Kiernan den Läppchen der Leber als constitutiven Bestandtheilen dieses Organes, und sie wurden seitdem zum Theil nach Größe und Form genauer beschrieben, bis neuerdings E. H. Weber [8]) und Krukenberg [9]) die Existenz von Leberläppchen leugneten. Diese Behauptung wurde sogleich durch J. Müller [10]) bekämpft. Derselbe empfiehlt vor Allem die Schweinsleber zu untersuchen, um sich davon zu überzeugen, daß die Leber aus Läppchen besteht. Betrachtet man die Bruchfläche einer Schweinsleber, so bemerkt man gewölbte Hervorragungen, welche durch Vertiefungen von einander gesondert werden. Streicht man mit einem Scalpel über die Fläche weg, so schabt sich ein Brei weg auf Kosten der Hervorragungen; einzelne derselben werden aber hierdurch nicht verändert; sie springen vielmehr mit ihrer für das bloße Auge glatten Ober-

---

[1]) De dubiis anatomicis epistola ad I. Henr. Paulum. Norimb. 1664.
[2]) De Hepate. Mangeti Bibl. anat. Ed. 2. 1699. T. I. p. 359 — 370.
[3]) Müller's Archiv. 1843. S. 320.
[4]) De c. h. fabrica. T. 6. p. 175.
[5]) 1ste Aufl. Bd. 1. S. 428.
[6]) Müller's Archiv. 1843. S. 338 ff.
[7]) Bd. 1. S. 740.
[8]) Müller's Archiv. 1843. S. 311.
[9]) Ebend. S. 321.
[10]) Ebend. S. 338.

fläche nur um so stärker hervor, und wenn man mittelst Nadel und feiner Pincette die Umgebung einer solcher Hervorragung abzutrennen sucht, so gelangt man nicht selten dahin, einen rundlichen Körper, ein Läppchen auszuschälen, von dessen resistenterer Hülle eine weiche Masse umschlossen wird. Schabt man ferner mit einem Scalpel mehrmals über eine Schnittfläche der Leber hin, so wird von den durchschnittenen Läppchen die weiche Masse (Lobularsubstanz) weggenommen, die resistentere Kapsel aber (Interlobularsubstanz) bleibt zurück; betrachtet man daher jetzt die Schnittfläche unter Wasser, so erblickt man die zelligen leeren Räume der durchschnittenen Kapseln und zwischen den Zellen hin und wieder gewölbte Hervorragungen, nämlich jene noch unverletzten Läppchen, die unmittelbar unter dem Niveau des Schnittes lagen. Die festen häutigen Kapseln bestehen unter dem Mikroskop aus Bindegewebefasern. Alle diese Angaben Müller's wird Jeder ohne alle Mühe an der Schweinsleber bestätigen können. Das zellige Aussehn der abgeschabten Schnittfläche fand ich auch an der Menschenleber, wenn ich solche Exemplare wählte, an denen die Subst. reticularis und granosa die Normalanordnung hatten. Müller führt ferner an, daß, wenn man ein Stück Schweinsleber in Essig legt, dieselbe innerhalb 8 Tagen so verändert wird, daß die Lobuli beim Zerreißen sich mit glatter Oberfläche von einander lösen; durch die Maceration in Essig werde das Bindegewebe zwischen den Läppchen aufgelös't, ohne daß die Substanz der Läppchen selbst angegriffen wird. Indessen finde ich auch schon die Oberfläche der Läppchen auf dem Bruche der frischen Schweinsleber ziemlich glatt. Stückchen Menschenleber, die ich in Essig legte, erlangten darin einen gewissen Grad von Elasticität, so daß sie sich ohne Zerreißung merklich ausdehnen ließen. Wurde dann durch größere Gewalt ein Stückchen zerrissen, so zeigten sich unter Wasser auf der Rißfläche eine Menge rundlicher Körperchen oder Körner; aber schon die einfache Loupe zeigte auf's Deutlichste, daß diese Körperchen keine glatte Begrenzung, sondern eine ungleiche, schwammige Oberfläche besitzen.

Fast noch zweckmäßiger, um die Läppchen an der Schweinsleber vor Augen zu legen, erscheint mir folgendes Verfahren. Man injicirt eine Vena hepatica mit Leimmasse, schneidet ein gut gefülltes Stück der Leber aus, läßt es an der Luft gehörig austrocknen und zerbricht es alsdann. Auf dem Bruche erblickt man dann lauter weiße, aus feinen Fasern bestehende Membranen, die unter einander zu zelligen Räumen verbunden sind, worin die gefärbte Leimmasse enthalten ist. Manche Zellen sind auf der Bruchfläche noch ganz geschlossen; aus den geöffneten läßt sich die Injectionsmasse leicht herausnehmen. Auf's Bestimmteste sieht man die weißen Membranen bis zur freien Leberfläche sich erstrecken, wo sie mit der Membrana fibrosa zusammenfließen.

Die Körner, welche sich auf die beschriebene Weise auf dem Bruche der frischen Schweinsleber isoliren lassen, sind identisch mit jenen kleinen Abtheilungen, die in der geraden Ebene, nämlich an der freien Leberoberfläche, als Felder erscheinen, deren Sonderung hier durch schmale, dunkle, in den Streifen der Subst. reticularis verlaufende Linien bewirkt wird. Die Körner wie die Felder entsprechen den wahren Leberläppchen (Lobuli hepatis), zu denen die Enden oder Anfänge der Blut- und Gallengefäße in der nachher zu beschreibenden Beziehung stehen. Jedes Läppchen der Schweinsleber besteht aber aus einem mittleren Klümpchen von dunkler Lebersubstanz, welches rindenartig von einer Schicht hellerer Substanz umgeben ist, und das ganze

Läppchen wird von einer Schicht Bindegewebe, einer Fortsetzung der Glisson'schen Kapsel, kapselartig umhüllt. Die Kapseln der an einander grenzenden Läppchen lassen zwischen sich einen schmalen Raum übrig, worin Aestchen der Pfortader, der Leberarterie, des Ductus hepaticus liegen, und diese Interstitien erscheinen an der Oberfläche der Leber als dunkle Begrenzungslinien. Verfolgt man daher einen auf der freien Leberoberfläche eindringenden Bruch, so sieht man, daß die Trennungslinie genau jenen dunkeln Begrenzungslinien entspricht.

An der Leber der Katze folgt die Bruchlinie den Streifen der hellern Subst. reticularis, und höchst wahrscheinlich dringt sie hier ebenfalls in die dunkeln, aber weit feineren Linien, die ich oben erwähnte, d. h. in die wahren Begrenzungslinien der Läppchen; die auf der Bruchfläche vorragenden Körner sind ebenfalls die wahren Leberläppchen, auch erkennt man mit der Loupe in ihnen einen dunkleren, mittleren Kern. Wahrscheinlich wird auch an der Leber des Dammhirsches der Bruch den Begrenzungslinien zwischen den einzelnen Läppchen folgen, so daß die auf der Bruchfläche vorragenden Körner ebenfalls wahre Leberläppchen sind; nur war ich noch nicht auf dieses Verhältniß aufmerksam, als ich die Leber des Dammhirsches untersuchte. An der Leber des Pferdes dringt ein Bruch von der Oberfläche aus zwar hier und da deutlich in die Begrenzungslinien der Felder oder Läppchen ein, häufiger aber dringt er durch die Substanz der letzteren selbst, und deßhalb sind auch die auf der Bruchfläche sich bildenden Körner (etwa einige wenige ausgenommen) nicht identisch mit den eigentlichen Leberläppchen. Ganz die nämliche Bewandtniß hat es aber mit jenen Körnern, die sich an der Leber des Menschen, des Schaafes, des Kaninchens, des Igels, des Hundes auf dem Bruche bilden; es sind nicht einzelne Leberläppchen, die aus einem dunklen Kerne und einer hellen Rinde bestehen müßten, sondern aggregirte Fragmente der hellen Rinde von 3 bis 4 an einander stoßenden Läppchen. An der frischen Schaafleber läßt sich die Bildung dieser Körner und ihr Verhältniß zu den eigentlichen Leberläppchen am besten verfolgen. Bewirkt man an Stellen, wo die Subst. reticularis stark entwickelt ist, einen Bruch, so hat dieser ein gekörntes Aussehn, neben sehr kleinen Körnern kommen solche vor, die etwa $1/2'''$ lang und etwas abgeplattet sind. Manche sind im ganzen Umfange frei und hängen nur noch durch ihre beiden Enden, oder auch nur durch das eine Ende mit der Umgebung, und zwar mit Substantia reticularis zusammen. Die Farbe dieser Körner zeigt aber schon, daß sie aus Subst. reticularis bestehen. In der That sieht man, wenn man den Bruch von der Oberfläche aus verfolgt, daß zunächst die weiche Subst. granosa einreißt, daß dann auch die Streifen der Subst. reticularis in den Fissurae interlobulares durchreißen, und daß demnach die Subst reticularis in den Spatia interlobularia es ist, welche sich als mehr oder weniger isolirtes Korn herauslös't. Hat die Subst. reticularis schon die Form von mehr oder weniger isolirten Pseudokörnern angenommen, dann entsprechen die auf dem Bruche sich bildenden Körner diesen Pseudokörnern.

Die nämlichen Verhältnisse lassen sich auch leicht an der Menschenleber nachweisen. Streicht man ferner über eine Schnittfläche der Menschenleber wiederholt mit dem Scalpel, so wird die weiche Subst. granosa abgeschabt, wie man an der Farbe des Abgeschabten sowohl, als an den sich bildenden Vertiefungen sieht, und setzt man die Manipulation mit dem Scalpel länger fort, so ragen allmälig mehr oder weniger isolirte Partikeln von Subst. reticularis auf der Fläche hervor, die den Körnern auf einem einfachen Bruche

ganz gleichen. Ferner entstehen an Lebern mit Pseudokörnern auf dem Bruche am leichtesten und am bestimmtesten geformt jene Körner, die man bei nichtgehöriger Untersuchung mit den wahren Leberläppchen zu identificiren geneigt ist.

Der Grund, weßhalb in der Schweinsleber die Läppchen verhältnißmäßig so leicht sich isoliren lassen, ist die Anwesenheit der verhältnißmäßig starken, daher so leicht nachweisbaren fibrösen Kapsel um jedes Läppchen, die weniger leicht eine Zerreißung erfährt, als die Gefäßästchen in den Interlobularräumen. Wahrscheinlich läßt sich diese fibröse Kapsel auch um die Läppchen der Katzenleber nachweisen; doch bin ich auf dieses Verhältniß nicht aufmerksam gewesen. Den Leberläppchen des Menschen, des Schaafes, des Kaninchens u. s. w. fehlt diese Kapsel oder sie ist wenigstens so dünn, daß sie einer mechanischen Zerrung weniger Widerstand entgegenzusetzen vermag, als die Gefäßästchen in den Interlobularräumen. Die ansehnlichsten von diesen Gefäßästchen sind jene der Pfortader; sie liegen in den Spatia interlobularia, theilen sich hier in Zweigelchen für die an einander stoßenden Läppchen. Daher bilden sich denn auf dem Bruche Körner, welche ein Spatium interlobulare zum Centrum haben, die also ganz den Pseudokörnern an der unverletzten Leber entsprechen. Wirklich konnte ich an der Hundeleber die auf dem Bruche entstehenden Körner so isoliren, daß sie nur noch an einem Pfortaderästchen hingen, niemals aber so, daß sie an einem Lebervenenästchen hängen blieben. Auch an der Leber des Kaninchens kann man, wenn sie injicirt wurde, leicht wahrnehmen, daß die auf dem Bruche entstehenden Körner an Aestchen der Pfortader hängen. Ich glaube, ich gerathe hierdurch keineswegs in Widerspruch mit J. Müller, der die Läppchen an der macerirten Leber des Eisbären an den Lebervenen sitzend beschreibt und abbildet [1]. Wahrscheinlich verhält sich nämlich die Leber des Eisbären wie jene des Schweines und der Katze, wofür auch jener Theil der abgebildeten Leber zu sprechen scheint, woran die Läppchen noch zusammengedrängt liegen, d. h. die Läppchen derselben isoliren sich leicht von einander und bleiben dann an den aus ihrer Basis austretenden Venenzweigelchen hängen.

Wenn nun E. H. Weber jede Eintheilung der Leber durch Spalten und Zellgewebescheiden, das heißt eine Zusammensetzung dieses Organes aus Läppchen leugnet, so paßt dies offenbar nicht auf die Leber des Schweines, der Katze und wahrscheinlich noch mancher anderer Säugethiere; hier lassen sich die Lobuli hepatis rein herauspräpariren. Ganz die nämliche eigenthümliche Anordnung aber, welche die Blut- und Gallengefäße in der Leber dieser Thiere zur Versorgung jedes einzelnen Läppchens befolgen, zeigen die genannten Gefäße auch in den Lebern der übrigen Säugethiere (und anderer Wirbelthiere, z. B. des Frosches); durch sie wird die Leber ebenfalls in eine Anzahl nebeneinander liegender, obwohl nicht mechanisch von einander zu isolirender Abtheilungen oder Läppchen getrennt. Auch Krukenberg, der die Leberläppchen leugnet, muß doch die Abtheilung der Leber in kleineren Partien zugeben, deren Regelmäßigkeit in Größe und Form nach ihm dadurch bedingt wird, daß die feinsten Blutgefäße und Gallengänge durch regelmäßige Vertheilung gleichsam als Gerüste derselben dienen. Jedes nach der Verschiedenheit der Thierspecies mehr oder weniger von den übrigen isolirtes Leberläppchen ist aber ein vollständiger Gallenabsonderungsapparat, eine Leber im Kleinen, und functionell wenigstens läßt sich die

[1] Archiv 1843. Tab. XVII.

Zusammensetzung der Leber aus Läppchen mit irgend einem Rechte nicht in Abrede stellen, obwohl allerdings bei der Mehrzahl der Thiere eine anatomische Sonderung der Läppchen durch die gewöhnlichen mechanischen Hülfsmittel nicht wohl ausführbar ist.

Was die Größe und die Form der Leberläppchen betrifft, so lassen sich diese nach dem Aussehn der freien Oberfläche oder der Schnittfläche der Leber bestimmen, bald ohne weitere Vorbereitung des Organes, wenn die Subst. reticularis normal angeordnet ist, bald unter Beihülfe der Injection der Pfortader, auch wohl der Lebervenen. An der Menschenleber zählte ich 6 bis 14 Läppchen in der Länge eines halben Zolles, die einzelnen Läppchen haben also einen Durchmesser von $\frac{1}{4}$ bis 1'''; sie sind rundlich oder länglich-rund. Huschke nennt sie $\frac{1}{2}$ bis 1''' groß. Krause's Angabe ist nicht sehr abweichend, er schreibt ihnen $\frac{1}{2}$ bis 1''' Länge, $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$''' Breite und eine etwas geringere Dicke zu; allein Krause's Beschreibung liegen nicht die wahren Leberläppchen, sondern die Pseudokörner der Subst. reticularis zu Grunde. Sehr abweichend dagegen ist Henle's Angabe [1]), wenn er die menschlichen Leberläppchen meint, woran kaum zu zweifeln ist, da er keines besonderen Thieres erwähnt, und in der Anmerkung Abbildungen der menschlichen Lobuli anführt. Sie sollen nach ihm auf $\frac{1}{2}$''' Dicke, 2 bis 3''' Länge haben und mit mehren stumpfen Fortsätzen versehen sein. Wahrscheinlich hat Henle die Abbildung der Leberläppchen bei Kiernan (Tab. 20. Fig. 1.), welche Wagner [2]) copirte, so wie Wagner's Originalzeichnung der menschlichen Leberläppchen [3]) vor Augen gehabt, auf welche Abbildungen sich auch wohl die mehrfach wiederholte irrige Angabe stützt, als seien die Leberläppchen rundliche oder länglich-runde, mit mehren stumpfen Fortsätzen versehene Körper. Die Läppchen der Schweinsleber, die man so leicht isolirt, sind einfache rundliche (eigentlich vielseitig-kugliche) Körper. Gleichwohl halte ich dafür, daß Kiernan, welcher einen Lebervenenzweig (vom Schaafe??) abbildet, an welchem eine Gruppe mit stumpfen Fortsätzen versehener Leberläppchen hängt, nicht eine falsche Abbildung, sondern nur eine falsche Deutung mitgetheilt hat. Was er als stumpfe Fortsätze seiner einfachen Läppchen bezeichnet (es kommen deren 4 bis 6 auf ein einzelnes Läppchen), das sind eben so viele besondere, an der Basis unter einander verschmolzene Läppchen; seine Läppchen sind also in dieser Abbildung (nicht in der Abhandlung selbst) Läppchenbüschel. Ganz ähnliche Präparate, wie das bei Kiernan dargestellte, erhielt ich ohne große Mühe an der leichtbrüchigen Kaninchenleber, wenn ich ein injicirtes Lebervenenästchen bis zu seinen peripherischen Enden hin herauspräparirte; nur darf man die aufsitzenden kleinen Anschwellungen nicht für vollständige Läppchen halten, sie sind bloß der venöse Theil des Capillarnetzes der Läppchen. Die Läppchen der Kaninchenleber sind nämlich im Allgemeinen ziemlich klein, ihre Venae intralobulares münden deßhalb in kurzen Distanzen in die sie sammelnden Venenästchen ein, und mit dem Interstitium der Venenästchen zwischen 2 einmündenden centralen Venae intralobulares stehen auch wohl noch unmittelbar Capillaren aus beiden Läppchen in Verbindung. Auch sieht man auf Durchschnitten der Leber hin und wieder deutlich die dunkle mittlere Masse zweier neben einander liegender Läppchen nach der einen Seite hin sich vereinigen, nämlich nach jener Seite hin, wo die Läppchen einer Lebervene verbunden sind. Ganz eben so ist meines Erachtens die Abbildung der vielbesprochenen

[1]) Allgem. Anat. S. 900. [2]) Icon. phys. Tab. 18. Fig. 2. [3]) Ebend. Fig. 1.

macerirten Eisbärenleber im Berliner Museum [1]) zu deuten. In seiner Physiologie [2]) läßt Müller die $^1/_4$''' dicken Stämmchen der Lobuli dieser Leber sich verzweigen, die Zweige gegen das Ende hin dicker werden, und diesen dicken Theil 2 bis 3 Linien lang sein. Das einzelne Läppchen müßte dann natürlich eine noch weit bedeutendere Größe haben. Nun sieht man aber an der Abbildung des noch nicht zerfallenen Leberstücks auf's Deutlichste, daß auch hier die Lobuli die gewöhnliche Größe von $^1/_4$ bis 1''' haben; was Müller Zweige der Lobuli nennt, sind also eben so viele ganze Lobuli. Es giebt also in den Lebern verschiedener Thiere Uebergänge von der Form, wo die Leberläppchen als ganz einfache rundliche Körper erscheinen, zu jener Form, wo mehre Läppchen mittelst ihrer den Lebervenen zugewandten Enden unter einander verschmolzen sind.

Die absolute Größe der Leberläppchen variirt nur unbedeutend bei den verschiedenen Säugethieren; verhältnißmäßig größere Unterschiede kommen an den Läppchen der nämlichen Leber oder verschiedener Lebern der gleichen Thierspecies vor. In der Länge eines halben Zolles zählte ich an der Leber des Hundes 10 bis 14, der Katze 12 bis 14, des Schweines 7 bis 10, des Schaafes 5 bis 15, des Dammhirsches 9 bis 13, des Pferdes 8 bis 10, des Eichhörnchens 15 bis 18, des Kaninchens 12 bis 14 Läppchen, so daß also überall die Größe zwischen $^1/_4$ bis 1''' schwankt, wie beim Menschen. Uebrigens fand ich auf Durchschnitten der Pferdeleber bei directer Messung einzelne Läppchen den mittlern Durchmesser von $^1/_2$ bis $^3/_4$''' bedeutend überschreitend, nämlich bis $1^1/_2$''' messend. Vielleicht waren es aber auch 2 verschmolzene Läppchen. — Die Läppchen von Testudo europaea messen etwa $^1/_2$''', jene des Frosches etwa $^1/_4$'''.

In der Leber der Katze fand ich auf rechtwinklicht gegen die freie Oberfläche geführten Schnitten, zunächst der freien Fläche, die Körner zum guten Theil nicht kuglich, sondern etwa zweimal so lang als breit, während die Läppchen im Innern der Leber mehr kuglich waren. Dabei standen die länglichen Läppchen häufig einander parallel, so daß ein Ende ihrer längern Axe der freien Oberfläche entsprach. Doch fehlte diese Regelmäßigkeit der Stellung unter anderen Oberflächen der Leber. In der Pferdeleber sind die Durchschnitte der Leberläppchen im Umfange von Lebervenen häufig kegelförmig, und zwar ist die Basis des Kegels von der Vene abgewendet. An der Leber der Schildkröte sind die auf der Oberfläche sichtbaren Felder in der Mehrzahl kreisförmig, manche jedoch sind auch doppelt so lang als breit.

Nach Kiernan sind beim Menschen die Läppchen an der convexen Leberfläche in Größe und Gestalt einander ähnlicher; bei Kindern sind sie nach ihm mehr polygonal, als bei Erwachsenen. Der größere Durchmesser der Läppchen entspricht, wie er richtig bemerkt, dem Verlaufe der Vena intralobularis. Im Besondern hebt er noch hervor, daß die an der Leberoberfläche liegenden Läppchen sich von den in der Tiefe befindlichen dadurch unterscheiden, daß sie an dem freien Ende gleichsam abgestutzt sind.

Von den Leberläppchen kann man die zwischen ihnen liegende Masse als Zwischenläppchensubstanz (Subst. interlobularis) unterscheiden. Wo die Läppchen deutlich von einander gesondert sind, wie in der Schweinsleber, da läßt sich die Interlobularsubstanz herauspräpariren: sie besteht aus jenem Bindegewebe, welches die Läppchen kapselartig umhüllt, so wie aus den Aestchen der Pfortader, der Leberarterie und des Gallenganges, welche zwischen

[1]) Müller's Archiv. 1843. Tab. 17. [2]) Müller's Physiol. 4te Aufl. S. 355.

den Läppchen verlaufen; die dunkeln Begrenzungslinien zwischen den Läppchen bezeichnen im Allgemeinen ihre Dicke. Wo die Sonderung der Läppchen eine unvollkommene ist, da fehlt die Zwischenläppchensubstanz zwar keineswegs, sie läßt sich aber nicht als ein Continuum darstellen und man kann ihre Dicke nicht wohl bestimmen. Krause bestimmt zwar für die Menschenleber die Dicke der Subst. interlobularis *s.* celluloso-vasculosa zu $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{8}$'''; es ermangelt aber diese Bestimmung einer haltbaren Basis, da ja Krause die Pseudokörner als Läppchen aufgefaßt hat. Die eigentliche Subst. interlobularis ist identisch mit Huschke's Zwischenlappen- oder Pfortadersubstanz (Subst. vasculosa interlobularis, Subst. hepatico-portensis). Doch scheint mir Huschke darin zu fehlen, daß er sie als einen Theil der braunen oder Rindensubstanz ansieht; denn sie gehört nicht zum eigentlichen Leberparenchym, wie die dunkle Substanz: in ihr kommen keine Leberzellen vor bei jenen Thieren, deren Läppchen ganz von einander gesondert sind.

Leberzellen.

Bringt man kleine Partikelchen der Lebersubstanz unter das Mikroskop, so zeigen sich theils isolirt, theils in verschieden großer Anzahl in Längsreihen oder in unregelmäßigen Haufen zusammengruppirt die Leberzellen (Cellulae hepatis), welche durch Purkinje und durch Henle ziemlich gleichzeitig im Jahr 1837 aufgefunden, wenigstens beschrieben wurden. Uebrigens war schon früher Kiernan (p. 742) den Leberzellen deutlich auf der Spur: die Plexus von Gallenkanälchen innerhalb der Leberläppchen, sagt er, sind identisch mit Malpighi's Acini, und die Kanälchen dieser Plexus haben unter dem Mikroskop very much the appearence of cells. Die einzelnen isolirten Zellen sind oftmals sphäroidisch, eigentlich aber wohl polygonal, und haben eine schwachgelbliche oder gelblichgraue Farbe. Sie umschließen einen helleren runden Kern, an welchem man wohl 1 oder 2 Kernkörperchen bemerkt, und sind außerdem mit ganz kleinen Molekülen, nämlich Körnchen oder Bläschen besetzt oder angefüllt. In manchen Lebern des Menschen und der Säugethiere umschließen die Zellen auch größere und kleinere halb durchsichtige Fetttröpfchen [1]). Häufig ist der Kern nicht zu erkennen. Andererseits

---

[1]) Huschke hält die 10 bis 20 scharfbeschatteten oder mit scharfen Contouren versehenen Körnchen von $\frac{1}{1818}$ — $\frac{1}{900}$''' im Innern der Zellen auch für Fettkügelchen, die sich aus dem fettreichen Pfortaderblute darin absetzen, um in Galle umgewandelt zu werden. Das Vorkommen von Fett in den Zellen wäre dann der ganz normale Zustand. Dies zugegeben, würden dann doch jene Fälle als kleine Abweichungen von der Regel zu betrachten sein, wenn die Zellen deutliche größere und kleinere Fetttröpfchen einschließen. In einer von mir untersuchten Menschenleber, wo dieses abnorme Verhalten bestand, hatten die Zellen sehr dunkle Contouren und waren kleiner als gewöhnlich, denn sie maßen im Mittel nur $\frac{1}{150}$ — $\frac{1}{130}$'''; ein großer Theil derselben enthielt einen hellen, runden, durchscheinenden, dunkelrandigen, etwa $\frac{1}{3}$ des Durchmessers einnehmenden Körper, und daneben mehre weit kleinere durchsichtige Körperchen, die ganz wie kleine Oeltröpfchen aussahen; manche Zellen umschlossen auch zwei von den größeren Körperchen, und manche waren nur mit vielen kleinen Körperchen angefüllt. Nach Gluge (Atlas der pathol. Anatomie, Lief. 1. Stearose der Leber. S. 5) ist übrigens bei Kaninchenfötus die Ablagerung sichtbarer Fetttropfen an (?) den Leberzellen eine constante Erscheinung. Derselbe fand die Leber auch bei säugenden Kätzchen von Fettkügelchen strotzend; bei einem fünfmonatlichen Kalbsfötus dagegen fand er kein Fett in der Leber. — Eine andere Form abnormer Fettablagerung in der Leber beobachtete ich bei einem Manne von 53 Jahren, der an Phthisis verstorben war, in dessen Magen sich aber auch zugleich ein Carcinoma medullare vorfand, mit welchem vielleicht die beginnende Fettablagerung

trifft man auch nicht selten Zellen mit 2 Kernen. In der Katzenleber fand ich sehr viele Zellen, welche 2 ganz deutliche Kerne umschlossen; einmal glaubte ich sogar 5 Kerne zu unterscheiden, welche die ganze Zelle erfüllten. Der Kern ist nach Henle vollkommen rund, mitunter etwas plattgedrückt. Bei Untersuchung der Katzenleber jedoch sah ich neben den vollständigen Zellen viele Kerne frei herumschwimmen, die sich zum Theil durch eine mehr gelbliche Färbung auszeichneten, und diese waren alle stark abgeplattet, nämlich nur etwa halb so dick als breit. An den isolirten Leberzellen sah ich bisweilen, wie Huschke, ein feines Fädchen hängen. Nach Hallmann[1]) entleeren die mit Tröpfchen gefüllten Zellen beim Drucke eine ölige Flüssigkeit; Wasser verändert die Zellen innerhalb 24 bis 48 Stunden nicht; in kochendem Wasser werden sie nicht aufgelös't; Essigsäure macht sie nur etwas blasser; in concentrirtem Aetzkali erhalten sich die Zellen einige Tage, sie werden gelber, während sie in verdünntem Aetzkali schon nach einigen Stunden in eine flockige Masse aufgelös't werden. Durch Einwirkung von Salpetersäure auf die Leberzellen sah Huschke die Kerne auffallend gelb werden.

Die menschlichen Leberzellen finde ich zwischen $^1/_{160}$ — $^1/_{60}$''' variirend; die Mittelgröße aber, die sich bei der Mehrzahl wirklich vorfindet, beträgt $^1/_{90}$ — $^1/_{70}$'''. Hallmann bestimmt ihren mittleren Durchmesser aus 46 Messungen zu 0,0078''' ($^1/_{130}$'''); Henle zu 0,007''' ($^1/_{143}$'''); J. Vogel fand sie $^1/_{100}$ — $^1/_{80}$'''; R. Wagner durchschnittlich $^1/_{100}$''' ($^1/_{150}$ — $^1/_{80}$''') groß. Krause giebt ihnen $^1/_{100}$ — $^1/_{85}$''' Länge auf $^1/_{170}$ — $^1/_{130}$''' Breite. Nach Huschke messen sie nur $^1/_{151}$ — $^1/_{130}$'''. Daß über einen anscheinend so einfachen Gegenstand, wie die Größe der Leberzellen, die Angaben verhältnißmäßig so bedeutend variiren, findet darin seine Erklärung, daß die Extreme an den verschiedenen Zellen der nämlichen Leber wirklich vorkommen. Es fragt sich aber, welche Zellen in dieser Hinsicht maßgebend sein können und sollen. Da die kleineren Zellen nach allen Daten, welche die Zellentheorie an die Hand giebt, als die unvollkommneren, jüngeren anzusehen sind, so kann man die Mittelgröße aus einer größern Anzahl gemessener Zellen von verschiedenster Größe nicht als die normale ansehen; man muß vielmehr von allen kleineren Zellen absehen und nur die größeren und größten im Auge behalten. Die Größe der Maschenräume des Capillarnetzes in den Leberläppchen, in welchen Räumen die Zellen ihren Platz finden, kann als Gegenprobe für die Richtigkeit dieser Auffassungsweise dienen. Uebrigens könnten auch bei diesem Verfahren verschiedene Resultate erhalten werden, wenn man nur die Zellen Einer Leber untersuchte, da individuelle Verschiedenheiten (an nicht ganz normalen Lebern?) vorzukommen scheinen. Denn während ich die größeren Zellen, die auch wirklich die Mehrzahl bildeten, in verschiedenen Menschenlebern $^1/_{90}$ — $^1/_{70}$''' groß fand, maß in

---

in der Leber in ursächlichem Zusammenhange stand. Die helle und dunkle Substanz der Leber war auf normale Weise angeordnet. An der Oberfläche der Leber nun, unterhalb des Bauchfells, zeigten sich $^1/_4$ — $^1/_2$''' große rundliche Flecken, die sich durch ihre weißliche Farbe auszeichneten, und worin ich unter dem Mikroskop nur Fettbläschen erkannte. In den kleineren Flecken schienen die Bläschen etwas kleiner zu sein. Diese weißlichen Fettflecken waren in die Subst. reticularis (eigentlich wohl in die Interlobularinterstitien) eingelagert. Auf der Fläche eines Quadratzolles zählte ich 3 bis 4 Flecken, und in demselben Mengenverhältnisse zeigten sie sich auch auf Durchschnitten der Leber. Im linken Lappen waren sie etwas häufiger als im rechten.

[1]) Diss. de Cirrhosi hepatis. Berol. 1839.

einer Leber, deren Zellen Fetttröpfchen umschlossen, die große Mehrzahl dieser Zellen nur $1/_{150}$ — $1/_{130}$‴. Hätte ich nur aus dieser Leber die Zellen untersucht, dann wäre meine Bestimmung mit jener Huschke's zusammengefallen. — Die Größe des Kerns in den Leberzellen bestimmen Hallmann und Henle zu 0,0030 — 0,0033‴ ($1/_{333}$ — $1/_{300}$‴); Huschke zu $1/_{303}$‴ (beim Neugebornen zu $1/_{284}$ — $1/_{262}$‴); Krause zu $1/_{510}$ — $1/_{260}$‴; Wagner fand ihn etwas kleiner, als ein Blutkörperchen. Diese Angaben stimmen alle ziemlich nahe mit einander überein.

Bei verschiedenen Thieren fand ich folgende Größenverhältnisse der Leberzellen: Hund = $1/_{180}$ — $1/_{120}$‴; Katze = $1/_{200}$ — $1/_{80}$‴, die Mehrzahl aber etwa $1/_{110}$‴, die runden Kerne $1/_{500}$ — $1/_{400}$‴, die Kernkörperchen $1/_{1800}$ — $1/_{1200}$‴: wenn mehre Zellen an einander hängen, sind sie hin und wieder nach dem längern Durchmesser an einander gereiht, doch sind sie im Allgemeinen ziemlich kugelich, aber polygonal; Schwein = $1/_{100}$‴; Schaaf = $1/_{120}$ — $1/_{80}$‴, die meisten ziemlich gleich groß, polygonal, mit rundem Kerne und 1 Kernkörperchen; Kalb = $1/_{120}$ — $1/_{110}$‴ (Extreme $1/_{220}$ u. $1/_{70}$‴); Ochse = $1/_{110}$‴ (Extreme $1/_{180}$ u. $1/_{60}$‴); Pferd = $1/_{133}$ — $1/_{100}$‴, selten $1/_{80}$; die eine Dimension überwiegt oftmals sehr auffallend; Eichhörnchen = $1/_{130}$, einzelne $1/_{70}$‴; Kaninchen = $1/_{133}$ — $1/_{100}$‴; Ratte = $1/_{90}$‴; Igel = $1/_{133}$ — $1/_{90}$‴; Vespertilio pipistrellus, in Weingeist aufbewahrt, hat sehr scharf begrenzte Leberzellen, alle von gleicher Größe, aber nur = $1/_{180}$‴; Huhn = $1/_{130}$‴ (Extreme $1/_{480}$ u. $1/_{100}$‴); Frosch = $1/_{100}$ — $1/_{50}$‴; Testudo europaea = $1/_{100}$ — $1/_{66}$‴, und nur $2/_3$ bis $1/_2$ so breit. Außerdem unterscheiden sich die Leberzellen von Testudo europaea von denen aller anderen Thiere, die ich untersuchte, dadurch, daß sie ungemein stark abgeplattet sind.

Die Leberzellen liegen aber nicht isolirt oder nur hier und da unregelmäßig zusammengruppirt innerhalb der Leberläppchen; sie sind der Länge nach an einander gereihet, und die durch sie erzeugten Streifen sind wieder durch quere Streifen verbunden: sie bilden also ein Leberzellennetz. Dieses Leberzellennetz ist eigentlich schon von Kiernan (p. 741) beschrieben worden. Dort erklärt er nämlich, daß der secernirende Theil der Leber in jedem Läppchen einen netzförmigen Plexus bildet, und er bemerkt dann weiterhin, die in den uninjicirten Leberläppchen sichtbaren acini Malpighi's, die unter dem Mikroskop sehr große Aehnlichkeit mit Zellen hätten, seien ganz identisch mit seinen Gallengangsplexus. Dujardin und Verger[1]) beschrieben die Leberzellen unter dem Namen der ovalen Körperchen, und hoben den Umstand hervor, daß sie in geradlinigten oder gewundenen Reihen geordnet sind, welche sich von der Oberfläche nach der Mitte hinziehen. Henle[2]) hebt ausdrücklich hervor, daß man die Leberzellen beim Zerreißen frischer Lebersubstanz und auf feinen Durchschnitten eines Läppchens in Längsreihen vereinigt antrifft. J. Müller legt besonderes Gewicht auf die reihenförmige oder blinddarmförmige Vereinigung der Leberzellen, welche Reihen sich oft in beträchtlicher Länge gegen das Innere der Läppchen verfolgen lassen; Valentin (Bd. I. S. 741) hebt ebenfalls ganz besonders die strahlige Anordnung der Leberzellen hervor. Ich habe die Anordnung der Leberzellen an feinen Schnitten der frischen Leber untersucht; bequemer aber fand ich zu dieser Untersuchung feine Schnitte von kleinen Leberstückchen, die ich in Weingeist hatte erhärten lassen. Betrachtet man einen feinen Schnitt

[1]) v. Froriep's N. Notiz. Nr. 179. [2]) Allgem. Anat.

der erhärteten Lebersubstanz unter dem Mikroskop, so sieht man bei auffallendem Lichte netzartig verbundene weiße Streifen mit dunkeln Maschenräumen, bei durchfallendem Lichte netzförmig verbundene gelblich-grauliche Streifen mit hellen Maschenräumen. Der netzförmigen Verbindung unbeschadet, zeigt sich aber eine vorwaltend radiale Anordnung der Streifen, und diese ist immer mehr oder weniger deutlich wahrnehmbar, in welcher Richtung auch der Schnitt das einzelne Leberläppchen getroffen haben mag. Bei radialer Anordnung der Streifen erscheinen natürlich auch die Maschenräume streifenförmig. Die netzförmig verbundenen Streifen sind nun aber nichts Anderes, als die an einander gereiheten Leberzellen; die Maschenräume sind die Kanäle des Gefäßcapillarnetzes. Uebrigens habe ich an verschiedenen in Weingeist gehärteten Menschenlebern eine Verschiedenheit bemerkt, deren Grund ich bis jetzt nicht zu ermitteln im Stande war. Während nämlich bei manchen Lebern das Leberzellennetz ziemlich scharf begrenzt und sehr bestimmt von den Maschenräumen geschieden ist, hat es in anderen eine unbestimmte, gleichsam verschwimmende Begrenzung.

Die Streifen des Leberzellennetzes messen an den dickeren Stellen bis $1/_{80}'''$, an den dünneren aber auch wohl nur $2/_{150}'''$. Die größeren Leberzellen können daher nur in einfacher Reihe darin liegen; nur die kleineren können etwa zu 2 neben einander liegen. — Beim Hunde fand ich die Streifen des Leberzellennetzes in der frischen Leber $1/_{100}$ bis $1/_{70}'''$ dick.

Noch einen Punkt muß ich in Betreff der Leberzellenstreifen anführen, den man geneigt sein wird, als einen Beweis gegen die Existenz von Leberläppchen anzuführen. An feinsten Schnitten der erhärteten Menschenleber sieht man niemals diese Streifen von nebenliegenden anders abgesetzt, als durch die Lumina der durchschnittenen Gefäße. Sonst hängen die Streifen in der ganzen Ausdehnung des Schnittes ohne Unterbrechung zusammen.

Die Pfortader innerhalb der Leber.

Der Stamm der Pfortader theilt sich in der Querfurche der Leber, näher dem rechten Ende derselben, in einen rechten und linken Ast von ziemlich gleicher Weite und etwa 6 Linien Durchmesser. Der linke Ast schickt zunächst einige Zweige in den viereckigen und den Spigel'schen Lappen. Am linken Ende der Pforte, wo er mit dem Residuum der Nabelvene in Verbindung steht, welches wohl noch in längerer oder kürzerer Strecke permeabel ist, theilt er sich in 3 Hauptäste für den hintern, den linken und den vordern Umfang des linken Leberlappens. Der rechte Ast der Pfortader entsendet zunächst ebenfalls kleinere Zweige zum viereckigen und zum Spigel'schen Lappen. Am rechten Ende der Pforte theilt er sich dann in 2 Hauptäste, einen oberflächlichen und tiefen, von denen jener näher der concaven Leberfläche verläuft, während dieser zunächst etwa 1 Zoll hoch gegen die convexe Leberfläche in die Höhe steigt. Der oberflächliche wie der tiefe Hauptast zerfallen aber im Wesentlichen wieder in je 3 Hauptzweige, von denen der eine mehr nach hinten, der andere mehr nach vorn, der dritte mehr quer im rechten Lappen verläuft. Die Pfortaderäste theilen sich, während sie im Innern der Leber im Ganzen geradlinigt verlaufen, zu wiederholten Malen spitzwinklicht in 2 Aeste von gleichem oder ziemlich gleichem Kaliber. Doch ist es gegen den strengen anatomischen Sprachgebrauch, wenn man deßhalb der Pfortader eine dichotomische Verästelung zuschreibt; denn

im Interstitium zwischen zwei solchen dichotomischen Theilungen entsenden die Pfortaderäste überall in größerer Anzahl größere und kleinere Aeste.

Im Umfange der Aeste und Verzweigungen der Pfortader gruppiren sich die Leberläppchen dergestalt, daß zwischen ihnen weitere und engere geradlinigte Kanäle entstehen, deren Durchmesser mit jenem der eingelagerten Pfortaderäste im entsprechenden Verhältnisse steht. Die Außenfläche der Pfortaderäste steht aber in diesen Kanälen nicht unmittelbar mit dem Leberparenchym in Berührung, vielmehr sind die Verästelungen der Pfortader überall scheidenartig von einer Fortsetzung der Glisson'schen Kapsel umhüllt. Diese Scheide ist mit dem Pfortaderaste in festem, mit dem Leberkanale in lockerem Zusammenhange. Sie ist nicht gleich dick im ganzen Umfange ihres Pfortaderastes; eine größere Dicke besitzt sie stets auf jener Seite, wo das entsprechende arterielle und Gallengefäß verlaufen. Kiernan's Angabe, daß diese Scheide nur die größeren Pfortaderäste vollständig umgiebt, an den kleineren Aesten dagegen bloß an jener Seite sich findet, wo die Arterie und das Gallengefäß anliegen, kann ich übrigens nicht bestätigen.

Aus der fortschreitenden Verästelung der Pfortader gehen zuletzt Aestchen hervor, die beim Menschen und den Säugethieren durch die ganze Leber hindurch den gleichen Durchmesser haben, der von $1/_{120}$ bis $1/_{60}'''$ variirt. Für die Aufnahme dieser Aestchen brauchen sich natürlich die Leberläppchen nicht besonders kanalförmig zusammen zu gruppiren, denn die Zwischenräume der Leberläppchen sind zu ihrer Aufnahme schon hinreichend groß. In der That verlaufen sie auch überall zwischen den Leberläppchen an jenen Stellen, die von Kiernan als Spatia interlobularia bezeichnet worden sind, wo nämlich 3 bis 4 Läppchen an einander grenzen, und wegen dieses Verlaufes werden sie nach Kiernan Zwischenläppchenäste (Rami interlobulares, Venulae [portales] interlobulares) genannt. Die dunkeln Punkte, welche man, wie oben angegeben, an der Oberfläche und auf Durchschnitten der Leber so häufig in den Spatia interlobularia bemerkt, entsprechen diesen Rami interlobulares. Die Interlobularäste entsenden aber zahlreiche Zweigelchen, welche in die umgebenden Leberläppchen eindringen und in das Capillarnetz der Läppchen eingehen; diese kann man mit Kiernan als Läppchenästchen (Rami lobulares) bezeichnen.

An den feinsten Aesten der Pfortader sieht man bloß Interlobularäste abgehen, welche im Ganzen rechtwinklicht in die umgebenden Spatia interlobularia eindringen; sie überschreiten diese nächsten Räume zum Theil nicht, zum Theil aber setzen sie sich auch ziemlich geradlinigt in eine größere Anzahl von Interlobularräumen fort und entsenden im Vorbeistreichen noch kleinste Interlobularästchen. Vorgängige Injection der Pfortader erleichtert diese Wahrnehmung sehr und macht sie zum Theil allein möglich, indem man dann die Schnitte nach dem Verlaufe der Gefäße zu führen im Stande ist. Weniger feine Pfortaderäste entsenden nebst directen Interlobularästen noch Pfortaderäste einer vorhergehenden Ordnung, die ihrerseits Interlobularäste abgeben; von gröberen Pfortaderästen gehen daneben auch noch gröbere Pfortaderäste ab. Diese feineren und gröberen Pfortaderäste gehen im Allgemeinen spitzwinklicht ab, und verlaufen nach der nämlichen Seite hin, wie der Stammast; doch haben auch manche einen rückkehrenden Verlauf. An den Stämmen und an den gröberen Aesten der Pfortader kommen kaum noch directe Interlobularäste vor neben den größeren und kleineren Pfortaderästen. Nirgends aber zeigt sich eine Anastomose zwischen 2 Pfortaderästen, weder gröberen noch feineren, und selbst 2 von entgegengesetzten Sei-

ten einander entgegenlaufende Interlobularäste münden nicht durch directe Anastomose in einander, sondern stehen nur mittelst des Capillarsystemes jener Läppchen, zu welchen sie beitragen, mit einander in Communication. Man kann mithin die Verästelungen der Pfortader unter 3 Kategorien bringen: a) Pfortaderäste, die man nach ihrer Größe wieder in solche erster, zweiter, dritter u. s. w. Ordnung unterscheiden kann; b) Interlobularäste, die feinsten in den Spatia interlobularia liegenden Aestchen; c) Lobularäste, die zum Capillarsysteme der Läppchen tretenden und stets aus den Interlobularästen stammenden Zweigelchen.

Kiernan beschrieb noch eine vierte Kategorie von Aesten der Pfortader, die er als Rami vaginales benannt und auch abgebildet hat [1]). Diese Rami vaginales sollen auf die nämliche Weise, wie die gleichnamigen Aeste der Art. hepatica, netzförmige Plexus bilden, die in der Scheide des entsendenden Pfortaderastes enthalten sind, und aus diesen Plexus soll auch ein Theil der in der Leber verbreiteten Interlobularäste abgehen. Nach ihm entsenden die kleineren Pfortaderzweige zwar auf der Seite, wo die Kapsel sehr dünn ist oder ganz fehlt, directe Interlobularäste, dagegen auf jener Seite, wo die Arterie und der Gallengang verlaufen und wo die Scheide dick ist, nur Vaginaläste zur Bildung von Plexus, aus denen dann secundär die Interlobularäste für diese Seite entspringen (p. 724). Bisweilen sollen selbst die feinsten Pfortaderäste, weil sie von vollständigen Scheiden umgeben werden, bloß Vaginaläste und keine directen Interlobularäste abgeben (p. 725). Kiernan giebt ferner an, daß die Vaginaläste der Pfortader in der Leber des Menschen einen weit complicirteren Plexus bilden, als bei anderen Thieren, und daß namentlich beim Schaafe Pfortaderäste von beträchtlicher Größe sich schon so verhalten, wie kleinere Aeste beim Menschen, insofern auf der einen Seite nur Vaginaläste, auf der andern directe Interlobularäste abgehen (p. 728). Die Vaginaläste, die dem nämlichen Pfortaderkanale angehören, anastomosiren zwar unter einander, nicht aber die Vaginaläste verschiedener Pfortaderkanäle (p. 730); wenn daher Quecksilber in einen großen Pfortaderast injicirt wird und dasselbe durch einen andern großen Pfortaderast zurückkommt, so kann dies nicht durch die Plexus der Vaginaläste geschehen sein, sondern durch die Rami interlobulares (?!). — Kiernan unterscheidet demnach in den Verästelungen der Pfortader 4 Kategorien: a) Pfortaderäste erster, zweiter, dritter u. s. w. Ordnung, die nirgends unter einander anastomosiren; b) Vaginaläste, deren Plexus in der scheidenartigen Umhüllung der Pfortaderäste von dem rechten und linken Hauptaste aus auf allen Verästelungen bis zu einer gewissen Kleinheit herab continuirlich sich fortsetzen; c) Interlobularäste, die theils direct aus Pfortaderästen, theils aus den Vaginalplexus stammen; d) Lobularäste.

Dieser von Kiernan beschriebenen Vaginaläste geschicht bei Krause, Henle, Huschke, J. Müller nirgends Erwähnung; nur Erasmus Wilson [2]) beschreibt sie ganz wie Kiernan. In der That existiren auch diese Vaginaläste nicht, und alle Interlobularäste entstehen direct aus Pfortaderästen. Um so unbedenklicher widerspreche ich über diesen Punkt dem sorgfältigen Kiernan, da ich auch anzugeben im Stande bin, wodurch er in diesen Irrthum geführt wurde. Ist nämlich ein Pfortaderast mit Erfolg in-

---

[1]) Phil. Tr. 1833. p. 720 – 25. Tab. 21. Fig. 5. D.

[2]) Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. p. 167.

jicirt worden, und schneidet man ihn dann nebst seinen Verästelungen der Länge nach auf, so findet man allerdings in der umhüllenden Scheide einen mit der Injectionsmasse gefüllten Gefäßplexus, und dieser ist, wie Kiernan richtig angiebt, dichter in der Menschenleber, als in der Schaafleber. Auch in den Wandungen des begleitenden Gallenganges ist ein stark entwickelter Plexus da. Aendert man jedoch das Verfahren dahin ab, daß man zuerst die Art. hepatica roth injicirt, und hierauf eine gelbe Injection der Pfortader folgen läßt, so erlangt man folgendes Resultat. Die Scheiden der Pfortaderäste ebensowohl, als die Wände der begleitenden Gallengänge enthalten einen dichten Plexus rothgefüllter Gefäße: gelbe Gefäßchen bemerkt man manchmal gar nicht in jenen Scheiden, in anderen Fällen sind sie zwar vorhanden, aber immer in weit geringerer Menge, als wenn die Pfortader allein injicirt wurde, und im Gallengange wieder in größerer Menge, als in der Pfortaderscheide. Dabei bemerkt man zwischendurch ganz deutlich, daß ein dünneres rothes und ein dickeres gelbes Stämmchen neben einander verlaufen, wie die einander begleitenden Arterien und Venen an anderen Körperstellen. Kiernan selbst giebt nun ganz richtig an, daß durch Aeste der Art. hepatica Plexus in den Scheiden der Pfortader gebildet werden, und daß das arterielle Blut in diesen Scheiden in venöse Gefäße übergeht, welche innerhalb der Lebersubstanz in Pfortaderäste einmünden. Wird nun die Pfortader allein mit gutem Erfolge injicirt, so dringt die Masse nicht nur in diese Vasa advehentia interna des Pfortadersystemes, sondern auch in die mit der Leberarterie zusammenhängenden Plexus, und dies sind Kiernan's Plexus vaginales e vena portae. Wiederholte vergleichende Injectionen der Leber des Menschen und des Schaafes lieferten mir stets das nämliche Resultat. Wenn sich nach Injection der Pfortader diese angeblichen Plexus vaginales im Umfange eines Pfortaderastes vollständig gefüllt hatten und ich nun diesen Ast aufschnitt, so sah ich niemals ein direct von diesem Aste kommendes Zweigelchen in die Plexus vaginales eintreten. Damit fällt denn auch von selbst Kiernan's Angabe zusammen, daß von jenen Pfortaderästen, die ein gewisses Kaliber besitzen, nur auf der einen Seite directe Interlobularzweige, auf der andern Vaginaläste abgehen. Ueberdem kann man sich an aufgeschnittenen Pfortaderästen des fraglichen Kalibers leicht überzeugen, daß im ganzen Umfange derselben directe Interlobularäste abgehen.

Jeder beliebige Pfortaderast zweiter, vierter u. s. w. Ordnung, nämlich die Strecke des Gefäßes von seiner Sonderung vom nächst vorhergehenden Aste bis dahin, wo er sich in 2 mehr oder weniger gleich große, unter spitzem Winkel aus einander gehende Aeste theilt, versorgt durch die Gesammtheit der Interlobularzweige, welche indirect oder auch zum Theil direct von ihm stammen, alle Lobuli, welche den zur Aufnahme des Pfortaderastes dienenden Kanal umschließen, und außerdem noch eine mehr oder weniger große Anzahl daran stoßender.

Das Verhalten der Rami interlobulares venae portarum studirt man am besten nach Injectionen der Pfortader an der Oberfläche der Leber. Es dringt der Interlobularast in seinem Spatium interlobulare senkrecht oder schief gegen die Oberfläche und theilt sich in 2 bis 4 Zweigelchen, welche in schief horizontaler Richtung den Fissurae interlobulares folgen. Diese Zweigelchen entsenden nach den beiden einschließenden Läppchen Lobularästchen, die im Ganzen rechtwinklicht auf die Peripherie ihres Läppchens treffen, so daß sie bei ungestörtem Fortgange die Axe des Läppchens erreichen würden. Die Lobular=

ästchen gehen nun in ein das ganze Läppchen erfüllende Capillarnetz ein, dessen peripherischer (arterieller) Theil den Interlobularästen der Pfortader, dessen centraler (venöser) Theil den Anfängen der Lebervenen verbunden ist, und in der That haben auch die stärkeren Zweigelchen jenes Capillarnetzes wesentlich eine centripetale oder radiale Richtung, die nach der Verschiedenheit der Thierspecies bald mehr, bald weniger deutlich hervortritt, während die feineren Zweigelchen in querer oder schiefer Richtung zwischen jenen stärkeren verlaufen. Die zwei den Rami interlobulares entstammenden Zweigelchen, welche in einer Fissura interlobularis von entgegengesetzten Seiten her einander entgegenkommen, fließen niemals in einer einfachen Anastomose zusammen, sondern sie endigen je nach der Verschiedenheit der Thierspecies auf doppelte Weise: entweder dringt das unterscheidbare Ende als Lobularästchen in die Peripherie eines Leberläppchens ein und verbindet sich innerhalb des Läppchens dem Capillarnetze, oder es endigt selbst in Capillaren, die mit denen des entgegenkommenden Zweigelchens zusammenfließen, und außerdem in continuirlichem Zusammenhange mit dem Capillarsysteme der beiden begrenzenden Läppchen stehen. Auf diesen beiden Endigungsweisen der Interlobularzweige, deren erste beim Schweine ganz deutlich vorkommt, beruht es aber zum guten Theil mit, daß die Leberläppchen entweder bestimmt von einander unterschieden sind und sich isolirt herauspräpariren lassen, wie beim Schweine und der Katze, oder aber, daß eine scharfe Trennungslinie derselben nicht vorhanden ist, wie bei den übrigen von mir näher untersuchten Säugethieren. — Krukenberg hebt auch besonders hervor, daß die verschiedenen Interlobulares um das einzelne Läppchen sich nicht zu einem geschlossenen Ringe vereinigen; eine wesentliche Abweichung von Kiernan kann ich aber mit ihm in dieser Darstellung nicht finden. Freilich findet sich in Kiernan's Abbildung (Taf. 23, Fig. 5) ein geschlossener Pfortaderring um das einzelne Leberläppchen; allein im Texte seiner Abhandlung erwähnt Kiernan dieser Ringe nicht, und eine so auffallende Bildung hätte er gewiß nicht unberührt gelassen, wenn er daran glaubte; sodann aber bemerkt er ausdrücklich in der Erklärung der angeführten Abbildung, daß dieselbe nicht der Natur getreu sei. Uebrigens erhält man an der Oberfläche der Schweinsleber nach Pfortaderinjectionen wirklich oftmals das Aussehn continuirlicher Ringe um die Läppchen, weil die Interlobulares in der Tiefe der dunkeln Interstitien verlaufen.

In das Capillarnetz des einzelnen Leberläppchens sieht man an der Oberfläche der Leber nach gutgelungenen Injectionen der Pfortader aus 3, 4, selbst 5 verschiedenen Interlobulares arterielle Wurzeln, nämlich Lobularäste eintreten; ohne Zweifel aber entsenden mehr in der Tiefe noch andere Interlobulares Lobularäste für dieses Läppchen. Ferner sieht man an der Oberfläche der Leber (aber auch auf Schnitten) deutlich, daß jeder Ramus interlobularis mit 2, 3, 4 Leberläppchen durch seine Lobularäste im Zusammenhange steht.

Ich theile nun mit, was ich über Größe und Verästelungsweise der Rami interlobulares e vena portarum, und was ich über das Verhalten des Capillarsystemes der Läppchen, nämlich über die Größe der Capillaren und über die Größe und Gestalt der von ihnen umschlossenen Maschenräume bei den von mir untersuchten Thieren gefunden habe. Vorher will ich jedoch bemerken, daß ich nur die größeren Maschenräume des Capillarsystemes als maßgebend berücksichtigte, weil man nur bei ihnen mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen berechtigt ist, daß ihre begrenzenden Capillarkanäle in der näm-

lichen horizontalen Ebene liegen. Denn die große Mehrzahl der überseh- baren oberflächlichen Maschenräume (von den tiefen kann hierbei natürlich gar nicht die Rede sein) wird sich dem Auge immer so darstellen, daß ihre begrenzenden Kanäle in einer mehr oder weniger geneigten Ebene liegen, wodurch diese Räume natürlich kleiner erscheinen, als sie in der Wirklich- keit sind.

Mensch. An einem Hyrtl'schen Präparate messen die Interlobulares da, wo die in's Capillarnetz eindringenden Lobularäste abzugehen beginnen, $^1/_{160}$ bis $^1/_{130}$''', die Zweige des Capillarnetzes messen $^1/_{260}$ bis $^1/_{600}$''', und die größten Interstitien des Netzes haben $^1/_{60}$''' Durchmesser. An einer von meinen Injectionen finde ich: Interlobulares $^1/_{130}$ bis $^1/_{70}$''', Zweige des Ca- pillarnetzes $^1/_{600}$ bis $^1/_{200}$''', größte Maschenräume $^1/_{70}$ bis $^1/_{60}$'''. (Krause giebt an, daß die Gefäße des Capillarnetzes $^1/_{200}$ bis $^1/_{160}$''' messen.) Die Zweigelchen, welche zunächst aus der Theilung eines Ramus interlobularis hervorgehen und in den Fissurae interlobulares verlaufen, sind $^1/_{10}$ bis $^1/_{6}$''' lang, und entsenden in dieser Strecke 8 bis 16 Lobularästchen nach beiden Seiten, die größer sind, als die Zweigelchen des Capillarnetzes selbst, und die erst eine Strecke weit in das Läppchen eindringen, sich auch wohl noch- mals theilen, bevor sie sich wirklich in das Capillarnetz auflösen. Ist das zu untersuchende Präparat von der freien Oberfläche der Menschenleber ge- nommen, so sieht man, daß die Theilung des Ramus interlobularis für die angrenzenden Fissurae interlobulares schon in einiger Entfernung von der Oberfläche stattfindet; ist aber die Injection vollständig gelungen, so sieht man diesen Theilungswinkel gar nicht, weil das Capillarnetz sich continuir- lich aus einem Läppchen in's andere über denselben fortsetzt.

Hund. Die Interlobulares schicken 2, 3, 4 Zweigelchen von $^1/_{160}$ bis $^1/_{100}$''' Durchmesser in die Fissurae interlobulares. Die mehrfachen davon abgehenden Lobularästchen verlaufen erst eine Strecke weit und sind wohl gegen das Ende hin etwas angeschwollen, bevor sie sich ganz in's Capillar- netz auflösen. Die Feinheit dieses Netzes scheint seine Anfüllung zu erschwe- ren; wenigstens habe ich an 2 Lebern dasselbe erfolglos anzufüllen gesucht. Es bildeten sich nur Flecken, die ein Spatium interlobulare zum Mittelpunkte hatten, wie sie auch in der injicirten Menschenleber häufig erscheinen.

Katze. Die Interlobulares theilen sich gewöhnlich in 2 Zweige von $^1/_{160}$ bis $^1/_{130}$''' für die Fissurae interlobulares, und diese Zweige entsenden theils Zweigelchen, die sich erst weiterhin capillar verästeln, theils entsenden sie unmittelbar Capillaren. Das Capillarsystem der Läppchen hat sich von der Pfortader aus nicht gefüllt. Man sieht aber an der Oberfläche der Le- ber an der Stelle der Begrenzungslinien injicirte Ringe um die einzelnen Läppchen, die aber nicht vollständig, sondern in den Fissuren immer in einer kleinen Strecke unterbrochen sind. Nur stellenweise zeigt sich der Anfang einer Füllung der Capillaren, und da kann man sehen, daß sich das Capil- larnetz zwischendurch continuirlich aus einem Läppchen in's andere über die Fissura interlobularis weg fortsetzen würde. Ueber das Verhalten des Ca- pillarnetzes verschaffte indeß die Injection der Lebervenen den nöthigen Auf- schluß: die Capillaren messen $^1/_{520}$ bis $^1/_{260}$''', die rundlichen oder elliptischen Maschenräume scheinen in der Mehrzahl $^1/_{120}$ bis $^1/_{100}$''' groß zu sein, zum Theil messen sie aber $^1/_{80}$ bis $^1/_{70}$'''.

Schwein. Die aus der Theilung des Ramus interlobularis in die Fissurae interlobulares abgehenden Zweigelchen messen $^1/_{130}$ bis $^1/_{100}$''', sie entsenden nach beiden Seiten etwa eine gleichgroße Anzahl Lobularästchen,

wie beim Menschen, diese Lobularästchen aber lösen sich schon nach einem kürzeren Verlaufe in das Capillarnetz auf, und theilen sich in der Regel nicht vorher noch in kleinere Zweigelchen. Die große Mehrzahl der Kanäle des Capillarnetzes mißt nur $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{500}$''', sie sind also im Ganzen feiner, als beim Menschen; doch giebt es auch dickere. Die Maschenräume sind im Ganzen rundlicher als beim Menschen; die größeren messen $\frac{1}{100}$'''. Die Capillarnetze der an einander grenzenden Läppchen bleiben, wenn man Präparate von der Oberfläche der Leber vor Augen hat, gänzlich von einander geschieden, und daher kommt es, daß im frischen Zustande sowohl, wie nach Injection der Pfortader, ein gleichmäßiger dunkler Ring das einzelne Läppchen zu umgeben scheint. Auf Schnittflächen gut injicirter Leberpartien tritt die scharfe Abgrenzung der einzelnen Läppchen an einem mehr oder weniger großen Abschnitte ihres Umfanges ebenfalls hervor; im übrigen Umfange aber findet ein, wahrscheinlich nur scheinbares Zusammenfließen des Läppchens mit den angrenzenden Statt. Wenn daher E. H. Weber [1]) als ganz allgemeinen Satz aufstellt, daß »die blutzuführenden Gefäße (der Leber) das Blut in ein höchst enges und dichtes Haargefäßnetz führen, welches aber continuirlich, ohne alle Unterbrechung, durch die ganze Leber sich erstreckt, und das man sich also nicht als ein auf gewissen Oberflächen ausgebreitetes, sondern als ein cubisches, d. h. nach allen Richtungen ausgedehntes Netz zu denken hat,« und wenn Krukenberg in gleichem Sinne von einem ununterbrochenen, gleichmäßigen Gefäßnetze spricht, so macht nach meinen Untersuchungen die Leber des Schweins hiervon eine Ausnahme; jedes Läppchen hat hier sein genau begrenztes Capillarnetz.

Schaaf. Die Interlobulares theilen sich in 2, 3, 4 Zweige von $\frac{1}{90}$ bis $\frac{1}{60}$''' Durchmesser für die Fissurae interlobulares. Von diesen gehen, und zwar spitzwinklicht, Lobularästchen von $\frac{1}{120}$ bis $\frac{1}{100}$''' ab, welche in die begrenzenden Läppchen eindringen und sich dann in's Capillarnetz auflösen. Zwischen diesen Lobularästchen gehen aber noch feinere Zweigelchen ab, die sogleich in's Capillarnetz eindringen, und die man wegen ihrer Feinheit schon zu den Capillaren selbst zählen kann. Die Capillaren messen übrigens $\frac{1}{520}$ bis $\frac{1}{260}$''', und an den dickeren sieht man deutlich den centripetalen Verlauf; die größten Maschenräume messen $\frac{1}{70}$ bis $\frac{1}{60}$'''. An gut injicirten Partien entziehen sich die Interlobulares theilweise dem Blicke, weil das Capillarnetz sich über sie hinweg continuirlich aus einem Läppchen in das andere fortsetzt.

Pferd. Die Interlobulares in den Spatia interlobularia messen $\frac{1}{70}$''', ihre in die Fissurae interlobulares dringenden Zweige messen $\frac{1}{130}$ bis $\frac{1}{100}$'''. Die Zwischenläppchenräume sind nach Injection der Pfortader deutlich gefüllt. Um aber das Capillarsystem der Läppchen zu übersehen, mußte ich die Lebervenen injiciren. Die Capillaren messen nur $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{500}$''', die größeren Maschenräume $\frac{1}{70}$'''.

Eichhörnchen. Die Interlobulares messen $\frac{1}{130}$ bis $\frac{1}{100}$'''.

Kaninchen. Die Interlobulares in den Fissurae interlobulares messen $\frac{1}{130}$'''. Vom ganzen Umfange derselben gehen direct Capillaren ab, zwischendurch aber auch Lobularästchen, die erst eine Strecke weit in's Läppchen eindringen, ehe sie sich in's Capillarnetz auflösen. Die Kanäle des letztern haben im Mittel $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{400}$''' Durchmesser. Sie verlaufen zum Theil deutlich centripetal und werden durch Querästchen so unter einander

[1]) Müller's Archiv. 1843. S. 304.

verbunden, daß zwischen ihnen Maschenräume von $^1/_{130}$ bis $^1/_{100}'''$ entstehen.

Igel. Die Interlobulares sind hier weniger bestimmt charakterisirt, weil die Pfortader an den Grenzen ihres Ueberganges in die Leberläppchen verhältnißmäßig raschere Theilungen erfährt. Es theilen sich nämlich die in den Spatia interlobularia gelegenen Aestchen in 3 bis 4 Aestchen von $^1/_{120}$ bis $^1/_{100}'''$ Durchmesser, die sich, nachdem sie $^1/_{18}$ bis $^1/_{10}'''$ weit verlaufen sind, in 2 Zweigelchen für 2 Fissurae interlobulares theilen, häufig aber auch schon vor dieser Theilung ein Zweigelchen in eine Fissura interlobularis abgeben. Von diesen Zweigelchen gehen, wie beim Kaninchen und beim Schaafe, theils eigentliche Lobularästchen, theils directe Capillaren ab, welche in's Capillarsystem der Läppchen eindringen. Die Injection des Capillarnetzes durch die Pfortader wollte mir nicht gelingen, ich mußte dasselbe durch die Lebervene injiciren, und fand da die Capillaren $^1/_{530}$ bis $^1/_{400}'''$, die Maschenräume $^1/_{130}$ bis $^1/_{100}'''$ groß.

Myoxus. An einem Hyrtl'schen Präparate, woran das Capillarnetz durch Injection der Venae hepaticae gefüllt ist, haben die größeren Capillaren vorherrschend eine ziemlich gleiche Größe von etwa $^1/_{260}'''$, und die größeren Maschenräume messen $^1/_{130}'''$. Hin und wieder zeigen sich angefüllte Gefäße zwischen den getrennt bleibenden Capillarnetzen, die mit den Netzen zusammenhängen, und nichts Anderes sein können, als die Rami interlobulares venae portarum; sie messen $^1/_{100}$ bis $^1/_{70}'''$. Die radiale Anordnung der Hauptcapillaren habe ich nirgends so deutlich gesehen, als hier.

Huhn. Die Pfortaderästchen, welche das Capillarnetz der Leber zunächst versorgen, messen $^1/_{130}$ bis $^1/_{100}'''$; die Kanäle des Capillarnetzes messen ziemlich gleichmäßig $^1/_{800}$ bis $^1/_{600}'''$; sie verlaufen ziemlich parallel und werden durch quere gleichdicke Kanäle verbunden, wodurch Maschenräume von $^1/_{130}$ bis $^1/_{100}'''$ Durchmesser entstehen.

Vultur fulvus. In dem von einer Lebervene aus gefüllten Capillarnetze messen die größeren Kanäle $^1/_{400}'''$, die feineren $^1/_{600}$ bis $^1/_{800}'''$ und noch weniger, die größten Maschenräume aber $^1/_{160}'''$.

Frosch. In den dunkeln Linien, durch welche die deutlich unterscheidbaren Läppchen von einander gesondert werden, verlaufen Aestchen der Pfortader, welche den Interlobulares in der Säugethierleber entsprechen.

Die Verzweigungen der Pfortader, bis zu den Interlobulares herab, anastomosiren nirgends mit einander; nur durch die Lobularästchen, d. h. durch das Capillarsystem der Leberläppchen, anastomosiren die verschiedenen (arteriell sich vertheilenden) Pfortaderabschnitte mit einander. Der Behauptung Kiernan's (p. 730. u. 737.), daß die Rami interlobulares ganz frei mit einander anastomosiren, muß ich auf's Bestimmteste widersprechen. Auch stützt sich diese Behauptung nur auf den höchst zweideutigen Versuch, daß Quecksilber, in einen großen Pfortaderast injicirt, durch andere große Pfortaderäste zurückkehrt.

Die Pfortader steht aber auch nur mittelst des Capillarsystemes, welches aus den Interlobulares abstammt, mit den Lebervenen in Verbindung. Nach Bertin sollten zwar außer den feinen Aestchen mehre zum Theil linienweite Aeste an der Pfortader vorkommen, welche mit entsprechenden Leberblutaderästen zusammenmündeten; doch glaubt jetzt wohl Niemand mehr an das Vorkommen solcher Communicationsäste.

Aus der Verästelung der Pfortader, namentlich ihrer feinsten Zweigelchen, erklärt sich nun der verschiedenartige Erfolg der Injection dieses Ge-

fäßes. Dringt die Injection nur bis in die Interlobulares, so erscheinen an der Oberfläche der Leber sogenante Vasa stellata, nämlich die in den Spatia interlobularia in 2, 3, 4 Zweigelchen sich theilenden Rami interlobulares. Ist die Injection etwas weiter vorgerückt, so zeigt sich ein Gefäßring an der Peripherie der einzelnen Läppchen, der beim Schweine scheinbar ein vollständiger ist, bei den Thieren mit unvollständig gesonderten Läppchen aber ganz deutlich in den Fissurae interlobulares unterbrochen ist. Gelingt die Injection vollständig, dann schwellen die zum Bereiche des injicirten Pfortaderastes gehörigen Leberläppchen an, indem sich ihr Capillarnetz füllt.

Lebervenen.

Während die untere Hohlvene in dem Halbkanale des dicken Leberrandes aufsteigt, nimmt sie beim Menschen eine rechte und eine linke Lebervene auf, deren gemeinschaftliches Lumen dasjenige des Pfortaderstammes bedeutend übertrifft, die jede einzelne einen Durchmesser von 6 bis 8''' hat. Die linke, welche das Blut aus dem linken und den beiden kleinen Leberlappen sammelt, wird oftmals durch 2 bis zur Einmündung getrennte Stämme vertreten. Daneben nimmt die untere Hohlvene noch die kleinen Lebervenen auf, 8 bis 12 mittlere von $1/2$ bis 1''' Durchmesser, und gegen 30 kleinste von der Dicke einer Borste, eines Haars; diese kleinen Lebervenen sind aber zum Theil deutlich nur Aeste, welche die Wandungen der großen Hauptvenen an der sinusartigen Einmündungsstelle durchbohren. Die Lebervenen verlaufen von der Mitte des hintern Leberrandes aus in fächerförmiger Ausbreitung gegen den linken, den vordern, den rechten Leberrand; sie theilen sich wiederholt, und zwar immer sehr spitzwinklicht, in 2 Aeste; sie ähneln aber der Pfortader darin, daß mit dem Stücke einer Lebervene zwischen 2 solchen spitzwinklichten Theilungen immer im ganzen Umfange eine Anzahl kleiner bis kleinster Aestchen in Verbindung steht.

Nirgends kommen Klappen im Verlaufe der Lebervenen vor, ausgenommen etwa an der Einmündung in die untere Hohlvene, wie beim Schaafe. Die Lebervenen liegen in besonderen Kanälen der Lebersubstanz, während die Verästelungen der Pfortader, der Leberarterie und des Gallenganges in gemeinschaftliche Kanäle eingeschlossen sind. Ferner läßt sich zwar an den Stämmen der Lebervenen eine von den Gefäßwänden selbst verschiedene Schicht von Zellgewebefasern nachweisen, die mit der Glisson'schen Kapsel und der Membrana fibrosa zusammenhängt; an den Aesten aber fehlt diese Schicht. Deßhalb sind aber auch die Wände der Lebervenen auf's Engste mit dem Leberparenchym verbunden, und auf den Leberdurchschnitten bleiben die Lumina der durchschnittenen Lebervenen stets ganz offen. — Uebrigens unterscheidet sich nach Kiernan (p. 738.) Phoca von den übrigen Säugethieren dadurch, daß die Lebervenen von einer eben so beschaffenen Zellgewebescheide umhüllt werden, wie die Pfortader.

Aus der fortschreitenden Verästelung der Lebervenen gehen zuletzt Aestchen hervor, welche durch die ganze Leber hindurch einander gleich sind, sowohl hinsichtlich ihrer Größe, als auch in ihrer Beziehung zu den Leberläppchen; dies sind Kiernan's Innenläppchenblutadern (Venae intralobulares). In der Axe eines jeden Leberläppchens nämlich, und zwar in der längern Axe, wenn die Läppchen länglich-rund sind, liegt eine solche Vena intralobularis, die an dem einen Ende des Läppchens heraustritt und sich mit Lebervenenästchen vereinigt. Dieses Ende nennt Kiernan die Basis, den

übrigen Umfang aber die Kapsularfläche der Läppchen. Die Intralobulares liegen stets innerhalb der Läppchen, die Zweigelchen, Zweige, Aeste und Stämme der Lebervenen zwischen den Leberläppchen.

Schneidet man einen feinern Venenast der Länge nach auf, so sieht man durch die dünne Gefäßwand hindurch das Leberparenchym eben so in Felder, d. h. Läppchen abgetheilt, wie an der freien Oberfläche des Organes; der Mitte des einzelnen Läppchens entspricht eine kleine Oeffnung, nämlich die aus seiner Basis hervortretende Intralobularis. Der Kanal für die feineren Lebervenen wird demnach durch die Basen einer Anzahl Leberläppchen begrenzt. — Untersucht man dagegen einen Lebervenenstamm, so münden die Intralobulares jener Läppchen, welche den Kanal zunächst umschließen, nicht direct in den Venenstamm ein, sondern indirect durch Venenäste oder Zweige von geringerem Kaliber; daher tragen aber auch nicht die Basen, sondern die Kapsularflächen der Läppchen zur Bildung des Kanals für den Lebervenenstamm bei. Zwischen diesen beiden Formen besteht nach Kiernan eine Mittelstufe für Venenäste mittlern Kalibers; hier bemerke man nicht so regelmäßig gestellte Oeffnungen der Intralobulares, wie bei den kleineren Venenästen, weil 2, 3 Läppchen gemeinschaftlich einmünden, oder weil ein Theil der Läppchen durch die Basis, ein anderer Theil durch die Kapsularfläche zur Bildung des Kanals beiträgt. Eine solche Regelmäßigkeit jedoch, wie sie Kiernan beschreibt und abbildet, besteht durchaus nicht in der Natur. Denn wenn auch den kleinen Venenästchen überall nur die Basen der Leberläppchen entsprechen, so sind doch auch an den größeren und selbst großen Lebervenen einzelne Läppchen hier und da mit ihrer Basis der Vene zugewendet, so daß ihre Intralobularis direct einmündet. Daher rührt es eben auch, daß eine so große Menge kleiner und kleinster Oeffnungen an den aufgeschnittenen Lebervenen sich zeigen, durch welches siebförmige Aussehn sie sich sogleich von den Pfortaderästen unterscheiden [1].

Die Intralobulares, welche das Blut aus dem Capillarnetze der Läppchen sammeln, mit welchem sie im ganzen Umfange in Verbindung stehen, zeigten mir folgende Verhältnisse:

Mensch. An einem Hyrtl'schen Präparate, woran die Pfortader, die Leberarterie und die Lebervene injicirt sind, sehe ich an ein paar Stellen, im Ganzen aber undeutlich, eine Intralobularis von etwa $^1/_{60}$''' Durchmesser. An meinen Veneninjectionen übersehe ich die Intralobulares da besser, wo

[1]) Zur Erläuterung der supponirten unwandelbaren Regelmäßigkeit in der Anordnung der Leberläppchen hat Kiernan eine ideale Abbildung gegeben, die mit dem durch's bloße Auge Wahrnehmbaren in grellem Widerspruche steht. Die feinsten Venenzweige, in welche die Intralobulares einmünden, nennt er Venae sublobulares, um sie von den Aesten und Stämmen zu unterscheiden, die aus den zusammentretenden Sublobulares hervorgehen. Eine solche Sublobularis soll durch die ideale Abbildung Tab. 20. Fig. 4. erläutert werden. Man sieht hier im Umfange des Venendurchschnittes 10 isolirte Lobuli aufsitzen. Ein von 10 Lobulis begrenztes Gefäß müßte aber mindestens $1^1/_2$ Linie im Durchmesser haben. Venenkanäle dieses Kalibers, welche bloß Intralobulares aufnehmen, kommen aber nirgends vor. Die Aestchen, welche nach Kiernan's Bestimmung den Namen Sublobulares verdienen würden, messen nur $^1/_{30}$ bis vielleicht $^1/_8$ oder $^1/_6$'''. Es ist daher auch eine sehr gezwungene Darstellung, wenn Kiernan sagt, alle Sublobulares, auch die feinsten, lägen in Kanälen, welche durch die Basen der Leberläppchen gebildet werden. Da die Lobuli $^1/_4$ bis $^1/_2$''' messen, so trägt nur ein verhältnißmäßig kleiner Theil ihrer Basis zur Aufnahme der feinsten Sublobulares bei. — Ganz richtig ist aber Kiernan's Angabe, daß jene Kanäle, in denen die Verzweigungen der Pfortader liegen, überall nur durch die Kapsularflächen der Läppchen gebildet werden.

sich das Capillarnetz nicht gefüllt hat; sie messen hier $1/_{80}$ bis $1/_{30}'''$. Im ganzen Umfange münden die Capillaren unmittelbar in die Intralobularis; seltener sieht man ein Aestchen einmünden, welches bereits eine Partie Capillaren gesammelt hat. Die Capillaren münden in die Intralobulares in deren ganzer Länge ein, ja nicht selten sieht man die Einmündung der Capillaren noch auf eine kleine Strecke der feinsten Sublobulares sich fortsetzen.

Hund. Die Intralobulares messen $1/_{100}$ bis $1/_{70}'''$, und nehmen im ganzen Umfange direct die Capillaren auf. Zwischendurch sieht man aber auch Zweigelchen einmünden, die schon einen Theil der Capillaren des betreffenden Läppchens gesammelt haben.

Katze. Die Intralobulares messen $1/_{70}$ bis $1/_{30}'''$; ihr Verhalten zum Capillarnetz ist ganz so, wie beim Hunde.

Schwein. Die Intralobulares messen $1/_{60}$ bis $1/_{30}'''$. Obwohl hier die Leberläppchen durchaus keine stumpfen Fortsätze besitzen, so entstehen die Intralobulares doch nicht selten dadurch, daß sich 2 kurze Zweigelchen spitzwinklicht vereinigen, die bereits einen Theil der Capillaren des betreffenden Läppchens gesammelt haben.

Schaaf. Die Intralobulares messen $1/_{70}$ bis $1/_{60}'''$.

Pferd. Sie messen $1/_{70}$ bis $1/_{30}'''$, seltener nur $1/_{80}$ oder selbst nur $1/_{100}'''$. Wahrscheinlich correspondirt diese variable Größe der ungleichen Größe der Läppchen, die beim Pferde ziemlich auffallend ist.

Kaninchen. Die Intralobulares messen zwar nur $1/_{130}$ bis $1/_{80}'''$; sie entstehen aber häufig doch schon durch Vereinigung einiger kleinerer Zweigelchen, und sie nehmen auch weiterhin neben den Capillaren noch Zweigelchen auf, die schon einen Theil der Capillaren gesammelt haben.

Myoxus. An dem Hyrtl'schen Präparate mit gelungener Injection des Capillarnetzes sehe ich an ein paar Läppchen durchschnittene Intralobulares von $1/_{30}$ bis $1/_{20}'''$ Durchmesser.

Aus diesen wenigen Mittheilungen ergiebt sich, daß bei den verschiedenen Thieren die Größe der Intralobulares innerhalb weiter auseinander liegender Grenzen ($1/_{130}$ bis $1/_{20}'''$) wechselt, als jene der Interlobulares e vena portarum. Bei den einzelnen Thierspecies sind sie im Allgemeinen größer, als die Interlobulares e vena portarum. Doch berechtigt dies nicht zu dem Schlusse, daß das Blut in ihnen langsamer bewegt wird; denn in jedem Leberläppchen entspricht der einfachen abführenden Intralobularis eine größere Anzahl zuführender Interlobulares. Die bedeutende Größe, welche die Intralobulares in der Menschenleber nach Krause ($1/_{16}$ bis $1/_{12}'''$) und Huschke ($1/_{16}$ bis $1/_{10}'''$) besitzen sollen, habe ich niemals gesehen.

Anastomosen zwischen verschiedenen Lebervenenästen kommen nirgends vor. Ich muß in dieser Beziehung Kiernan widersprechen, der an Anastomosen zwischen den feineren Aestchen, namentlich zwischen den Venae sublobulares glaubt. Wenn er nämlich Quecksilber in einen kleinen Lebervenenast injicirte, so erhielt dieses durch andere Lebervenen einen Abfluß; und doch konnte dies nicht durch das Capillarnetz der Läppchen bedingt sein, denn es war kein Quecksilber in Pfortaderästchen übergegangen (p. 736.). Daß auf Quecksilberinjectionen hierbei wenig zu geben ist, bedarf keiner weitern Auseinandersetzung; zudem erhielt ich aber ein entgegengesetztes Resultat, als ich Kiernan's Experiment an der frischen Schaafleber wiederholte, die er auch vorzugsweise benutzt zu haben scheint. Als ich in einen mittlern Ast der linken Lebervene, zunächst ihrer Einmündung in die untere Hohlvene, eine Glasröhre einsetzte, floß aus keinem einzigen Lebervenenaste Quecksilber aus;

dagegegen füllte sich der linke Ast der Pfortader bis zur Pforte hin. In einer Anmerkung giebt Kiernan freilich an, Leimmasse, in eine Lebervene injicirt, kehre stets, Wachsmasse kehre bisweilen durch andere Lebervenen zurück; doch muß ich auch dieser Angabe widersprechen. Als ich an der nämlichen Schaafleber einen Ast der rechten Lebervene mit Hausenblase injicirte, trat die Masse nirgends durch andere Lebervenen aus, und doch war die Injection gut gelungen, so daß sich eine scharf begrenzte Partie des rechten Leberlappens füllte.

Jeder beliebige Lebervenenast, nämlich die Gefäßstrecke von einer dichotomischen Theilung bis zur nächstfolgenden, steht durch die Gesammtheit der in sein Bereich gehörenden Intralobulares mit allen Läppchen in Verbindung, welche den zur Aufnahme dieses Venenastes dienenden Kanal bilden helfen, und außerdem noch mit einer mehr oder weniger großen Anzahl unmittelbar daran stoßender.

Injicirt man eine Lebervene, so werden an der Oberfläche der Leber in der Mitte der Läppchen die Intralobulares sichtbar, als gefärbte rundliche Flecken, oder als Gefäßchen, die aus der Vereinigung von 2, 3, 4 Zweigelchen entstehen, also ein verzweigtes oder sternförmiges Aussehn haben. Füllt sich ein Theil des Capillarnetzes mit, so bekommen diese centralen Gefäße ein moosartiges Aussehn, das schon mit bloßem Auge mehr oder weniger deutlich erkennbar ist; besonders deutlich sehe ich es bei der Katze. Rückt die Masse noch weiter, so erheben sich die Läppchen, und die Masse dringt durch das Capillarnetz hindurch bis in die Interlobulares der Pfortader und wohl noch weiter.

Leberarterie.

Die Leberpulsader, regelmäßig ein Ast der Coeliaca, verläuft im Lig. hepato-duodenale, links vom Gallengange, zur Leberpforte, und theilt sich hier in einen rechten und linken Ast, welche die gleichnamigen Leberlappen versorgen. Der viereckige und der Spigel'sche Lappen werden aus beiden Aesten versorgt, und zwar füllt sich an der Menschenleber vom rechten Aste aus die convexe Oberfläche beider Lappen bis zum Lig. suspensorium hin, vom linken Aste aus die concave Oberfläche beider Lappen. Die Leberarterie begleitet die Pfortader durch die ganze Leber hindurch; sie wiederholt nicht nur genau die dichotomische Theilung in die größeren Aeste, so daß jedem größern Pfortaderaste ein größerer Leberarterienast (bisweilen auch wohl zwei Arterienäste) entspricht, sondern es werden auch alle untergeordneten Aeste und Zweige der Pfortader von Leberarterienästchen begleitet; selbst neben allen Interlobulares ohne Ausnahme verläuft noch ein Arterienzweigelchen. Uebrigens theilen sich, wie Mappes (p. 14.) schon angiebt, die Arterie und der Gallenkanal immer etwas früher, als der entsprechende Pfortaderast. Diese zahlreichen Aestchen entstehen aber auf doppelte Weise. Die Leberarterie liegt, von der Glisson'schen Kapsel umschlossen, auf der einen Seite des bei weitem größern Pfortaderastes. Jenen Pfortaderzweigen, welche auf dieser Seite in einen Leberkanal oder in ein Spatium interlobulare eindringen, kann sie unmittelbar die begleitenden Aestchen zusenden. Die im übrigen Umfange abgehenden und eindringenden Pfortaderäste dagegen erhalten ihre begleitenden arteriellen Aeste aus einem in der Glisson'schen Kapsel liegenden Plexus, dessen größere Aeste meistens ziemlich rechtwinklicht von der Leberarterie abgehen.

Die Verbreitung und letzte Endigung der Leberarterie erfolgt dergestalt, daß man mit Bestimmtheit zweierlei Aeste unterscheiden kann, die ich Rami vasculares und Rami capsulares nennen will. Eine dritte Art, die Rami lobulares, ist vielleicht identisch mit den vasculares.

a. Rami vasculares. Die arteriellen Plexus in den Scheiden der Pfortaderäste haben nicht bloß die eine Bestimmung, für einen Theil der Pfortaderverästelungen die begleitenden Arterienäste zu liefern. Aus ihnen gehen auch Zweigelchen ab, welche sich in der Glisson'schen Kapsel selbst und in den Wandungen der Pfortader als ernährende Gefäße verbreiten. Aehnliche ernährende Gefäßchen verbreiten sich auch in den Wandungen des Gallenganges und der Leberarterie selbst, kommen aber wohl zum größern Theil unmittelbar aus dem Arterienstamme. Die auf den genannten Theilen sich ausbreitenden Aestchen können den Namen der Rami vasculares führen. Besonders reich ist ihre Verbreitung auf den Gallengängen (die Hauptästchen liegen quer auf denselben), und Kiernan's Bemerkung kann ich nur bestätigen, daß nach einer gelungenen Injection der Leberarterie die größeren Gallenkanäle so intensiv gefärbt sind, daß man sie leicht mit der Arterie verwechseln könnte. An den Gallenkanälen nämlich dienen sie nicht bloß zur Ernährung, sondern sie versorgen auch die zahlreichen Schleimdrüschen der Gallengänge. Die Rami vasculares bilden Plexus auf den genannten Theilen, die unter einander zusammenhängen, und ohne Unterbrechung den Verästelungen der Pfortader folgen. Es entsprechen aber den arteriellen Rami vasculares venöse, welche das venöse Blut von den genannten Theilen zurückführen, und diese Rami vasculares venosi münden nicht etwa in die Lebervenen, sondern in Pfortaderzweige im Innern der Lebersubstanz. Daher füllt sich auch nach Injection der Lebervenen kein Gefäßnetz auf den Gallenkanälen, es sei denn mittelbar von der Pfortader aus. Injicirt man dagegen verschiedenfarbig erst die Leberarterie und hierauf die Pfortader, so findet man in dem Gefäßplexus der Glisson'schen Kapsel und der genannten Kanäle nicht selten beiderlei Injectionen, und wenn dann 2 verschiedenfarbige Gefäße neben einander verlaufen, so giebt sich jenes, welches die in die Pfortader gespritzte Masse enthält, meistens durch größere Weite als venöses zu erkennen. Die Rami vasculares venosi sind eben so Wurzeln der Pfortader, wie die Vena splenica, mesenterica major et minor, cystica; es sind aber innere oder Leberwurzeln der Pfortader, die erst innerhalb der Lebersubstanz einmünden, und zwar nicht in den Stamm, sondern in Zweige der Pfortader. Von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugt man sich hinreichend an der Leber des Schaafes. Durch Injection der Pfortader füllen sich stets die Venen der Gallenblase. Beim Schaafe kommt aber keine gemeinschaftliche Vena cystica vor, welche alle Venenäste sammelte und in den Stamm der Pfortader mündete, wie beim Menschen. Dagegen dringen mehre größere und kleinere Venenäste von der Gallenblase aus in die Lebersubstanz ein, und diese lassen sich bisweilen auf das Bestimmteste bis zu Pfortaderästen hin verfolgen. Es kann aber kein Zweifel darüber sein, daß dies Vasa advehentia ad venam portarum oder Leberwurzeln der Pfortader sind. Uebrigens habe ich auch in der Menschenleber nach Injection der Pfortader einige Male einen ansehnlichen Ast herauspräparirt, der von der Gallenblase kam, in den viereckigen Leberlappen eindrang und hier mit einem Pfortaderzweige zusammenhing. Auch füllt sich gar nicht selten durch Injection der Pfortader das Capillarnetz in den Schleimhautfalten der menschlichen Gallenblase in bald größerer, bald geringerer Ausdehnung.

Schon Ferrein hat diese Leberwurzeln der Pfortader gekannt. Er unterschied an der Pfortader im Innern der Lebersubstanz arterielle und venöse Aeste. Der Bericht der Akademie sagt darüber: Il a decouvert les rameaux veineux, et ceux-ci reçoivent le sang de l'artère hépatique et le conduisent dans les rameaux artériels de la veine-porte, de ceux-ci dans la substance médullaire des lobules, et de là dans les branches de la veine cave.

Die Rami vasculares venosi münden im Allgemeinen nur in sehr kleine Zweigelchen der Pfortader ein; wenigstens sieht man, wenn man einen injicirten größern Pfortaderast aufschneidet, dessen umgebende Plexus sich gefüllt haben, niemals einen Zweig dieser Plexus unmittelbar in den aufgeschnittenen Ast einmünden.

Das Bestehen dieser Leberwurzeln der Pfortader macht es aber erklärlich, daß die Injection der Leberarterie in die Pfortader übertreten kann, und daß durch Injection der Pfortader sich auch die Leberarterie neben den Lebervenen mit anfüllen kann.

b) Rami capsulares. Aestchen der Leberarterie treten zwischen den Leberläppchen heraus an die freie Oberfläche der Leber, und verbreiten sich hier in der fibrösen Kapsel des Organes in deren ganzer Ausbreitung, nicht bloß da, wo sie vom Bauchfelle bedeckt wird. Unpassend sind sie daher auch Rami serosi genannt worden. Die Entwickelung dieser Rami capsulares richtet sich auch nach der Entwickelung der fibrösen Kapsel; zahlreich sind sie beim Menschen, beim Pferde vorhanden, beim Schaafe dagegen kommen nur wenige und feine Zweigelchen zur Oberfläche der Leber. Die stärksten Capsulares an der Pferdeleber fand ich nur $1/_{100}'''$ dick; an der Menschenleber kommen Aeste von $1/_{30}$ bis $1/_{20}'''$ Dicke vor, und noch ansehnlichere sieht man bisweilen an der Schweinsleber oberflächlich verlaufen.

Die Rami capsulares der menschlichen Leber theilen sich gewöhnlich, noch ehe sie vollständig an die Oberfläche gelangt sind, in 2 Zweige, welche in diametral entgegengesetzter Richtung verlaufen. Da aber von diesen Zweigen sogleich wieder Zweigelchen abzugehen pflegen, so haben die Rami capsulares bei ihrem Austritte aus dem Leberparenchym ein strahliges Aussehn, einigermaßen ähnlich den Vasa vorticosa der Iris. Eine Eigenthümlichkeit zeichnet die Rami capsulares der Menschenleber vor denen jener Thiere aus, die ich in dieser Beziehung untersuchte; sie haben nämlich einen geschwungenen oder selbst korkzieherartig gewundenen Verlauf, der zwar nicht an allen Lebern gleich stark entwickelt ist, den ich aber bis jetzt niemals vollständig vermißte. Nur bei J. Müller[1]) finde ich eine Andeutung dieses Verhaltens. Er sagt von den Rami capsulares, die er nach Walter'schen Präparaten beschreibt: surculi arteriosi diametrum modo paulatim minuunt atque tam irregulariter sinuoso cursu diffunduntur, ut etc. Die Umbiegungen oder Windungen sind sehr dicht gedrängt; es kommen deren nicht selten 3 bis 6 auf die Strecke einer Linie. Dieser gewundene Verlauf ist aber wieder an eine bestimmte Regel gebunden. Beim Austritt aus der Lebersubstanz verlaufen die Zweige regelmäßig noch gestreckt, weit seltener schon gewunden; die von ihnen entsendeten Zweigelchen haben aber den gewundenen Verlauf, der auch wohl noch den Zweigelchen der folgenden und selbst der drittfolgenden Theilung zukommt; die Zweigelchen der weiteren Theilungen, welche in einen großmaschigen Plexus eingehen, haben dann wieder den gestreckten Verlauf. Die zahlreichsten und meistens auch zugleich

[1]) De glandul. structura. p. 82.

am stärksten gewundenen Rami capsulares pflegen auf der convexen Leberfläche vorzukommen, zumal nach dem stumpfen Rande zu. Sie kommen auch auf der fibrösen Schicht vor, welche die Anfänge der Lebervenen umgiebt; nach gutgelungenen Injectionen der Leberarterie findet man hier Aestchen von entsprechendem Kaliber, die bisweilen auch korkzieherartig gewunden sind. Den Rami capsulares sind ferner auch einige Aestchen der Leberarterie zuzuzählen, welche noch außerhalb der Leber von deren Stamme abgehen und mit ihnen sich verbinden. So verläuft ein ansehnlicher Zweig in der fossa ductus venosi nach hinten bis zur untern Hohlvene. Ein anderer verläuft mit dem Lig. teres und von ihm geht ein Zweig ab, der im Lig. suspensorium, parallel mit der convexen Leberfläche und derselben ziemlich nahe, von vorn nach hinten verläuft. Alle Capsulares bilden durch ihre zahlreichen Verästelungen ein weitmaschiges Netz, und sie stehen mit Zweigelchen der Cystica, der Mammaria interna, der Phrenicae, selbst mit der Suprarenalis und Renalis dextra in Verbindung.

Venöse Zweige, welche den arteriellen Rami capsulares entsprechen, werden nur selten bei Injectionen der Leber gefüllt. Doch habe ich wenigstens einige Male gesehen, wenn ich zuerst die Leberarterie roth und nachher die Pfortader gelb injicirte, daß an einzelnen Stellen die rothen Capsulares von etwas stärkeren gelben Gefäßen begleitet wurden. Mappes (p. 12.) erwähnt auch schon Pfortaderästchen, die sich im Bauchfellüberzuge der Leber ausbreiteten. Auch scheint J. Müller derartige Pfortaderästchen zu meinen, wenn er an der vorhin angeführten Stelle sagt: Undique quidem ramuli venae portarum etiam in superficie assurgunt. Die Vasa venosa capsularia sind also eben so, wie die Rami venosi vasculares, innere Wurzeln der Pfortadern. Sie stehen mit den Venenästchen in Verbindung, welche die Arteriae mammariae, phrenicae u. s. w. begleiten.

c) Rami lobulares (?). Mit jedem Interlobularästchen der Pfortader verläuft ein Zweigelchen der Leberarterie, welches ihm meistens an Größe nachsteht, da es höchstens $^1/_{130}$''' mißt. Durch Injection der Leberarterie entstehen daher häufig eben solche unterbrochene Ringe um die einzelnen Leberläppchen, wie nach Injection der Pfortader. Andere Male entstehen statt der Ringe, oder neben den Ringen, rundliche injicirte Flecken, die sich unter dem Mikroskop als ein mit der Injectionsmasse erfülltes Capillarnetz erweisen; die Röhren und Maschenräume dieses Netzes stimmen aber ganz mit jenen des Capillarnetzes zwischen Pfortader und Lebervenen überein. Läßt man ferner auf eine rothe Injection der Leberarterie eine gelbe Injection der Pfortader folgen, so trifft man bisweilen einzelne kleine Flecken an, wo das gelbe Capillarnetz ohne Unterbrechung mit einem ganz gleich beschaffenen rothen zusammenhängt. Diese Injectionsresultate scheinen zu der Schlußfolgerung zu berechtigen, daß jene Endzweige der Leberarterie, welche die Interlobulares e vena portarum begleiten, direct in das Capillarnetz zwischen Pfortader und Lebervenen einmünden, so daß sie den Namen Rami ad plexum lobularem oder Rami lobulares verdienen würden. Den unmittelbaren Uebergang der Arterienzweigelchen in das Capillarnetz der Leberläppchen vertheidigt besonders J. Müller: er beruft sich dabei auf die Lieberkühn'schen und Walter'schen Injectionspräparate, auf die Injectionen von E. H. Weber und von Bowman, welche das Capillarnetz von der Leberarterie aus sich füllen sahen, und führt noch zur Unterstützung an, daß ja ein Zusammenhang zwischen zweierlei Venen und Arterienästen auch an der Oberfläche der Leber, in den Vasa capsularia, vorkommt.

Die Thatsache, daß sich das Capillarnetz der Läppchen durch die Leberarterie füllen kann, wird zwar nicht durch die negativ ausgefallenen Versuche von Erasmus Wilson [1]) beseitigt, der zur Untersuchung dieses Verhältnisses 12 Lebern injicirte, ohne daß jemals die Masse in die Plexus lobulares gelangte, obwohl alle anderen Theile der Leber gut injicirt waren. Allein warum gelingt die Anfüllung des Capillarnetzes verhältnißmäßig so selten, wenn die Lobularästchen der Arterie direct in dasselbe einmünden, da doch in das Netz jedes Läppchens von mehren Seiten her Lobularästchen einmünden müßten? Und ist es nicht sehr auffallend, daß die Anfüllung des Capillarnetzes niemals in einer auch nur mäßigen Gruppe neben einander liegender Läppchen erfolgt, daß vielmehr immer nur einzelne Läppchen, und auch diese nur unvollkommen von der Arterie aus sich füllen? Ich kann deßhalb die directe Einmündung von Leberarterienästchen in das Capillarnetz der Läppchen noch nicht für erwiesen ansehen.

Kiernan (p. 755.) findet es wahrscheinlich, daß die zu den Leberläppchen gelangenden Aestchen der Leberarterie zwar in das Capillarnetz einmünden, aber erst, nachdem sie die secernirenden Kanäle, also mit anderen Worten das Leberzellennetz, ernährt haben. Die Rami lobulares wären nach dieser Ansicht ganz identisch mit den Rami vasculares. Kiernan geht nicht näher darauf ein, wie er sich die Verbreitung innerhalb der Leberläppchen denkt. Jedenfalls müßten sie dort eben so ein Capillarnetz bilden, wie die Rami vasculares auf den Gallenkanälen, und dieses Netz müßte sich bis in die Mitte der Läppchen hinein erstrecken. Entweder könnte nun dieses Netz an bestimmten Stellen frei in das Capillarnetz der Pfortader einmünden, und diese Anordnung würde von jener, wie sie nach J. Müller besteht, anatomisch zwar nur wenig verschieden sein, desto mehr aber physiologisch; denn nach Müller kommt das Blut der fraglichen Aestchen als arterielles in das Capillarnetz der Pfortader, nach der Kiernan'schen Ansicht als venöses. Oder wenn vollständige Analogie mit den Rami vasculares bestände, so müßten mit dem arteriellen Capillarnetze venöse Aestchen zusammenhängen, die etwa in die Lobularästchen der Pfortader, vielleicht auch in das aus ihnen hervorgehende Capillarnetz einmündeten.

Ohne mich für einen der beiden Fälle zu entscheiden, bin ich doch mit Kiernan der Meinung, daß die Rami lobulares identisch sind mit den Rami vasculares, daß also ihr Inhalt nicht als arterielles Blut in das Pfortadercapillarnetz gelangt, sondern als venöses. Mit dieser Ansicht scheint mir ein Factum am besten in Einklang gebracht werden zu können, das ich einige Male an der Menschenleber nach Injection von Zinnober und Terpenthinöl beobachtete. Die gefärbten Flecken, die nach dieser Injection hier und da entstehen, zeigten nämlich manchmal ein Capillarnetz, welches durch die Feinheit der Röhren (sie sind noch weit feiner, als die feinsten Röhrchen des Capillarnetzes der Pfortader) und durch die bedeutende Größe der von ihnen umschlossenen Maschenräume im Vergleich zum Durchmesser der Röhrchen, ganz und gar von dem Capillarnetze der Pfortader verschieden ist. Sollte dieses Capillarnetz sich vielleicht für gewöhnlich wegen der großen Feinheit seiner Capillaren nicht füllen?

Die Verbreitung der Leberarterie beweis't nun deutlich, daß sie entweder ganz oder doch zum größern Theile (wenn man nämlich Rami lobulares annimmt) der Ernährung dient; die Galle kann also nicht aus dem arteriel-

---

[1]) Todd's Cyclop. of Anat. and Phys. T. 3. p. 178.

len Blute, sie muß aus dem venösen Blute der Pfortader abgesondert werden. Selbst jene Fälle, wo die Pfortader sich in die untere Hohlader öffnet, die man als Beweis angesehen hat, daß aus dem arteriellen Blute entweder normal oder doch in solchen abnormen Fällen die Gallenabsonderung erfolge, hat Kiernan auf ihren wahren Werth zurückgeführt. In einer solchen Leber eines Neugeborenen fand er nämlich, daß sich die Vena umbilicalis in der Leber verästelte, und daß ihre Aeste von den Gallenkanälen und den Leberarterienästen begleitet wurden, gleich den Pfortaderästen. Die Arterien waren größer als gewöhnlich, und es zeigten sich wohl 2 oder 3 Aeste innerhalb eines Pfortaderkanales; die Pfortaderäste (Umbilicaläste) dagegen waren nicht größer, als die begleitenden Arterien zusammengenommen. Es verbreitet sich also in solchen Fällen die Leberarterie als ernährendes Gefäß auf den Kanälen, und das venös gewordene Blut ergießt sich durch die Leberwurzeln der Pfortader (Umbilicalvene) in diese und wird dann in das Capillarnetz der Läppchen geführt, wo es die Gallenabsonderung vermittelt.

Lymphgefäße.

Die oberflächlichen Lymphgefäße verlaufen nach Kiernan ganz in der Membrana fibrosa. Nach ihm kann man beim Menschen und bei den größeren Säugethieren, wenn diese Gefäße injicirt worden sind, die fibröse Haut abziehen, ohne daß die Gefäße injicirt werden; man kann aber auch erst die Membrana fibrosa abziehen und hierauf die Injection vornehmen.

Die tiefen Lymphgefäße begleiten die Pfortader-, Leberarterien- und Gallengangsäste. Nach Injection des Leberganges fließt in der Pforte aus diesen tiefen Aesten häufig die Injectionsmasse aus; doch scheint mir Kiernan zu weit zu gehen, wenn er sagt, es könnten die Lymphgefäße stets vom Lebergange aus injicirt werden. Einmal hat Kiernan, als er Quecksilber in den Ductus hepaticus injicirte, von den tiefen Leberlymphgefäßen aus selbst den Ductus thoracicus angefüllt. Injicirt man den Ductus hepaticus mit gefärbter Masse, so dringt diese bald mit, bald ohne den Farbstoff in die Lymphgefäße ein.

Nerven.

Das Leberarteriengeflecht, Plexus hepaticus arteriosus s. Plexus hepaticus dexter, stammt aus dem Plexus coeliacus, hängt aber auch mit dem Magengeflechte und dem Cardiageflechte des Vagus zusammen; es umspinnt zunächst die Leberarterie und die gallenabführenden Gänge, giebt die Gallenblasennerven ab und dringt dann mit den Arterienästen in die Pfortaderkanäle ein. Das Pfortadergeflecht, Plexus venae portae s. Plexus hepaticus sinister, stammt aus dem Plexus coeliacus und dringt mit der Pfortader in die Leber ein. Die Aeste beider Geflechte theilen sich im Innern der Leber und verbinden sich unter einander im weitern Verlaufe. Weder die Nerven noch die Lymphgefäße konnte Kiernan bis in die Zwischenläppchenräume verfolgen.

Glisson'sche Kapsel.

Die Glisson'sche Kapsel dringt von der Leberpforte aus in die Pfortaderkanäle ein, folgt allen Verästelungen dieser Kanäle, indem sie scheiden-

förmig die Pfortaderäste umgiebt und nur locker mit dem Leberparenchym zusammenhängt, und umschließt zugleich die Leberarterie, den Gallengang, die Lymphgefäße und Nerven. Ihre feinsten Fasern messen nur $1/_{2400}$ bis $1/_{3000}'''$. Beim Schweine besteht die fibröse Kapsel der Leberläppchen aus Fasern von $1/_{1800}$ bis $1/_{2400}'''$ Dicke. In einer langen Abhandlung hat sich neuerer Zeit Pétrequin [1]) über den Nutzen der Glisson'schen Kapsel verbreitet. Laennec nahm an, sie diene dazu, die Capacität der Pfortader mit der zu verschiedenen Zeiten ungleichen Quantität des durchgehenden Blutes in's Gleichgewicht zu setzen; namentlich gehe während der Verdauung mehr Blut durch die Pfortader. Pétrequin hat diese Ansicht mit einer unwesentlichen Modification angenommen; an die Stelle der Verdauung setzt er nämlich jenen Zeitraum, wann das Getränk resorbirt wird; dann müsse die Pfortader sich erweitern können. Kiernan bemerkt aber schon ganz richtig gegen Laennec, daß ja die Lebervenen die nämliche ungleiche Blutmenge zu verschiedenen Zeiten zu leiten haben, ohne daß bei ihnen eine Vorkehrung für Erweiterung und Verengerung des Lumens besteht. Weit wahrscheinlicher erscheint Kiernan's Meinung, daß die Glisson'sche Kapsel für die Leber das Nämliche ist, wie die pia mater für das Gehirn, nämlich ein Apparat, worin die Gefäße sich ausbreiten, welche in der ganzen Circumferenz des Pfortaderkanales in die Leber eindringen sollen.

Ausführungsgang der Leber und Gallenkanäle.

Der einfache Ausführungsgang der Leber des Menschen tritt in der Querfurche frei hervor und verläuft hinter der Pfortader, rechts von der Leberpulsader, nach unten und links. Er liegt anfangs im Lig. hepato-duodenale, weiter unten an der hintern Wand des absteigenden Zwölffingerdarms, wo er vom Kopfe der Bauchspeicheldrüse umhüllt wird. Er durchbohrt zunächst die Muskelhaut dieses Darmstückes, verläuft dann, enger werdend, etwa $1/_2$ Zoll lang zwischen der Muskel- und Schleimhaut nach abwärts, drängt in dieser Strecke die Schleimhaut des Darmes wulstförmig nach innen (Plica longitudinalis duodeni, Eminentia s. Diverticulum Vateri), und öffnet sich gemeinschaftlich mit dem Bauchspeicheldrüsengange in die Darmhöhle, etwa 3 Zoll vom Pylorus entfernt. Der Anfangstheil dieses Kanales heißt Lebergang (Ductus hepaticus), der Endtheil Gallengang (Ductus choledochus). Jene Stelle, wo der Behälter der Galle, die Gallenblase (Vesicula fellea) durch den engern Blasengang (Ductus cysticus) von der rechten Seite her und spitzwinklicht in den Ausführungsgang einmündet, bezeichnet die Grenze zwischen dem Leber- und Gallengange. Der Lebergang ist $1^1/_2$ bis 2 Zoll lang und 2 bis $2^1/_2$ Linien dick; der Gallengang $2^1/_2$ bis 3 Zoll lang und $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Linien dick.

Die Gallenblase ist ein länglicher Behälter, dessen blindes Ende, der Blasengrund, den vordern Leberrand überragt, dessen mittlerer und längster Abschnitt, der Körper, in die breite Furche zwischen dem niedrigen und dem rechten Leberlappen eingebettet ist, und in der Nähe der Querfurche durch den engern Hals in den noch engern Blasengang übergeht. Ihre Länge beträgt 3 bis $4^3/_4$ Zoll. Die größte Dicke, nämlich 1 bis $1^1/_2$ Zoll, hat sie in der Nähe des Grundes; von hier an bis zum Blasengange hin verengert sie sich allmälig. Der Blasengang ist $3/_4$ bis $1^1/_4$ Zoll lang; seine

[1]) Gaz. méd. 1838. p. 449 — 454.

Dicke variirt von $3/4$ bis 2 Linien, und ist auch häufig nicht in der ganzen Länge gleich, namentlich ist der mittlere Theil bisweilen bedeutend enger. Der Blasenhals liegt nicht in der Axe der Blase, sondern er biegt sich gegen den Körper um, und zwar, wenn ich mich an den getrockneten Blasen nicht über die Lage irre, bald nach der rechten, bald nach der linken Seite; durch eine neue Krümmung am Ursprunge des Blasenganges kehrt aber dieser in die frühere Richtung zurück. Der Blasengang scheint daher immer von der Seite des zugespitzten Endes der Gallenblase abzugehen.

Alle Abschnitte des Ausführungsganges, so wie die innerhalb der Leber sich verästelnden Gallenkanäle bestehen aus einer fibrösen Haut und einer Schleimhaut. Die Gallenblase wird außerdem auf ihrer nach unten sehenden Fläche und am ganzen Grunde vom Bauchfelle überkleidet. Die fibröse Haut besteht aus silberglänzenden, sich mannichfach durchkreuzenden Bündeln von Zellfasern. Die Schleimhaut ist bis zu den feineren Gallenkanälen hin mit einem Cylinderepithelium bedeckt. Die Epithelialcylinder im Lebergange fand ich einmal $1/_{55}$ bis $1/_{35}'''$ lang, und sieben- bis achtmal dünner; ein anderes Mal fand ich sie $1/_{80}$ bis $1/_{30}'''$ (die Mehrzahl $1/_{60}'''$) lang. (In der Gallenblase der Katze sind sie $1/_{100}$ bis $1/_{75}'''$ lang, $1/_{300}'''$ dick.)

Im Leber- und Gallengange ist die Schleimhaut, gleichwie in den Gallenkanälen, glatt; nur wird sie von zahlreichen, im ganzen Umfange des Kanales vorkommenden Löchern durchbohrt, den Mündungen der nachher zu erwähnenden Schleimdrüsen. In der Gallenblase und im Blasengange dagegen bildet sie vorspringende Falten. Die Falten der Gallenblase verlaufen anscheinend nach allen Richtungen, sie verbinden sich unter einander, und umschließen so unregelmäßig rundliche, vier- bis fünfeckige oder anders gestaltete zellige Räume. Es verlaufen aber die am stärksten vorragenden Falten wesentlich nach der Länge der Blase, obwohl dies nicht immer gleich deutlich hervortritt. Die Falten sind bisweilen fast 1 Linie hoch und sehr dünn; in der aufgeblasenen, getrockneten Blase sind sie nur $1/_{36}$ bis $1/_{30}'''$ dick. Die zelligen Räume sind nicht überall gleich groß; die kleinsten messen vielleicht nur $1/_4'''$, die größten $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Linien. Nach dem Halse zu befinden sich immer vorherrschend kleine. Im Grunde jeder einzelnen Zelle sieht man aber Nebenfalten, die theils gerade, theils gebogen verlaufen, niedriger und zugleich auch dünner ($1/_{72}$ bis $1/_{60}'''$) sind, als die Hauptfalten, und sich unter einander verbinden, wodurch jede größere Zelle wieder in eine Anzahl kleinerer getheilt wird. Am Blasenhalse kommt häufig eine große halbmondförmige oder fast ringförmige, dabei auch weit dickere Falte vor. — Die Schleimhautfalten des Blasenganges zeigen mancherlei Verschiedenheiten ihrer Anordnung. Beständig wird dieser Gang durch eine halbmondförmige Falte vom Blasenhalse, durch eine andere vom Lebergange gesondert. Zwischen diesen beiden trifft man noch 2 bis 8 Falten; das Vorkommen einer größern Menge muß ich für eine Seltenheit halten. Die Falten des Blasenganges springen sehr stark vor, und sie liegen in einer schiefen Ebene zur Axe des Kanales. Bisweilen sind sie alle so angeordnet, daß eine um die Axe des Blasenganges gezogene Schraubenlinie der Reihe nach in die Ebenen aller Falten fällt; doch ist diese vollkommen schraubenförmige Stellung durchaus nicht die gewöhnliche Anordnung. Mehrmals fand ich eine ganz regelmäßige alternirende Stellung der Falten, so daß die Spirale der ersten etwa von links nach rechts, die der zweiten von rechts nach links, die der dritten von links nach rechts, die der vierten von rechts nach links u. s. w. verlief. Doch folgen auch häufig 2 Falten auf einander,

die in der nämlichen Richtung verlaufen. Die Falten des Blasenganges sind auch nicht immer gleichmäßig auf seine ganze Länge vertheilt. So fand ich einmal zunächst dem Ductus hepaticus 3 Falten, aber gar keine in dem obern, 9 Linien langen Stücke des Ganges.

Beim Menschen kann die Galle nur durch den Ductus cysticus in die Gallenblase gelangen; Ductus hepato-cystici kommen bei ihm nicht vor. Was man dafür hielt, das waren wahrscheinlich Leberwurzeln der Pfortader. Eine Zusammenstellung aller Autoritäten für dieselben giebt Haller [1]). Vornehmlich vertheidigte sie Bianchi [2]) gegen Morgagni's Kritik. Wie viel aber auf seine Untersuchungen zu geben ist, das erhellt genugsam daraus, daß er diese Kanäle, außer bei Ochsen, Schweinen, Hunden, auch beim Pferde gefunden haben will, also bei einem Thiere, daß gar keine Gallenblase besitzt.

Der Ductus hepaticus theilt sich in der Querfurche der Leber, und zwar mehr rechter Seits, in einen rechten und linken Ast, von denen der letztere etwas kleiner zu sein pflegt. Beide Aeste begleiten die gleichnamigen Pfortaderäste und wiederholen deren Theilungen, so daß jeder Ast, jeder Zweig, jedes Zweigelchen der Pfortader bis zu den Interlobulares hin eben so von einem Gallenkanale begleitet wird, wie von einem Aste der Leberarterie. Der Gallenkanal und die Arterie liegen immer neben einander an der einen Seite des größern Pfortaderastes, innerhalb der Pfortaderscheide. Der rechte und linke Ast des Ductus hepaticus versorgen die gleichnamigen Leberlappen, und beide geben Zweige in den viereckigen und den Spigel'schen Lappen.

Die Capacität der gesammten Gallenkanälchen, welche die Vasa interlobularia begleiten, muß die Capacität des Leberganges bei weitem übertreffen; denn an kleinen, mittleren und großen Gallenkanälen kann man sich leicht überzeugen, daß das Lumen derselben nicht in entsprechendem Verhältnisse mit der Menge der einmündenden Zweige zunimmt. Ich legte z. B. in einer Schweinsleber ein Gallenkanälchen bloß, welches durch spitzwinklichte Vereinigung zweier gleichgroßer Zweigelchen entstand. In einer 7''' langen Strecke nahm es 10 Aestchen auf, darunter 3, die ihm selbst an Größe kaum nachstanden. Gleichwohl hatte das Kanälchen, welches am peripherischen Ende $1/_{33}$''' maß, am andern Ende kaum einen größern Durchmesser. An einer Menschenleber legte ich ein Stück des rechten injicirten Astes des Leberganges in einer 3 Zoll langen Strecke bloß: es war am peripherischen Ende $9/_{16}$, am centralen Ende $3/_4$''' dick. Ich zählte aber in dieser Strecke 28 zutretende Aestchen, die meistens spitzwinklicht, zum Theil aber auch recht- und selbst stumpfwinklicht sich damit vereinigten, und darunter 2 von $1/_2$''' Durchmesser. Ferner stehen der rechte und der linke Ast, die sich zum Ductus hepaticus vereinigen, diesem selbst nur wenig an Größe nach.

Gallengangsdrüsen. Die Gallenkanäle haben ziemlich dicke Wände. Ihre Oberfläche ist nicht ganz glatt, sondern nach gut gelungener Injection erscheint dieselbe mit kleinen Hervorragungen oder Höckerchen bedeckt, am auffallendsten in der Schweinsleber. Diese Höckerchen oder Körnchen sind nichts Anderes, als Schleimdrüschen, die sich in die Höhle der Gallenwege öffnen. Ich habe diese Drüschen bei dem Menschen, bei dem

---

[1]) Elem. Phys. Bern. 1764. T. 6. p. 537 — 539.

[2]) Historia hepatica. Genev. 1725. p. 113 u. p. 944 — 962.

Schweine, bei dem Schaafe, einmal auch bei dem Pferde untersucht. Injicirt man Zinnober mit Terpenthinöl abgerieben in die Gallengänge, so dringt die Masse ziemlich leicht in die Höhlen dieser Drüschen; diese werden mehr oder weniger vollständig ausgespritzt, und fallen nun deutlich in die Augen.

Bei dem Pferde, Schweine und Schaafe haben die Gallengangsdrüschen eine übereinstimmende Anordnung: sie bilden kleine, rundliche Träubchen, und diese Träubchen öffnen sich in der ganzen Circumferenz des Gallenkanales in dessen Höhle. Beim Pferde hatten diese Drüschen in einem Gallenkanale von $^3/_4'''$ Dicke $^1/_{24}$ bis $^1/_{10}'''$ Länge auf $^1/_{20}'''$ Dicke; die Drüsenbläschen, welche im ganzen Umfange hervorragen, messen $^1/_{70}$ bis $^1/_{50}'''$. — In der Schweinsleber sieht man noch an Gallenkanälchen von $^1/_8'''$ Durchmesser die kleinen Höckerchen mit bloßem Auge, wenn die Injectionsmasse eingedrungen ist. Auf der Innenfläche des aufgeschnittenen Gallenkanales bemerkt man dann die Drüschen als dichtgedrängte, meistens etwas längliche Flecken von $^1/_{48}$ bis $^1/_6'''$ Größe. Ihr längerer Durchmesser entspricht der Länge des Kanales. Die größeren Drüschen werden von rundlichen Höckern überragt, oder sie bestehen ganz deutlich aus 2 oder 3 Läppchen, die in der Nähe der Mündung zusammenhängen. Die Mündung ist immer sehr ansehnlich; sie beträgt $^1/_{30}'''$ bei Drüschen von $^1/_{15}$ bis $^1/_{12}'''$ Durchmesser. — Bei dem Schaafe bilden die Drüschen rundliche Träubchen, die bis $^1/_8$ oder selbst $^1/_6'''$ groß sein können; die Drüsenbläschen messen $^1/_{60}$ bis $^1/_{40}'''$. Zwischen diesen rundlichen Träubchen kommen aber auch ziemlich langgezogene Drüschen vor, die zum Theil plexusartig zusammenzuhängen scheinen. Doch kam es mir andere Male vor, als wären diese Längsstreifen nur dicht an einander gedrängte kleine rundliche Drüschen, die sich alle getrennt in die Höhle öffneten.

Ganz anders verhalten sich die Gallengangsdrüsen bei dem Menschen. Schneidet man irgend einen Gallenkanal auf, von den beiden Hauptästen in der Leberpforte an bis zu den kleineren Aesten hin, die sich noch mittelst einer ganz feinen Scheere aufschneiden lassen, so findet man stets zwei einander gegenüber liegende Reihen dichtgedrängter Oeffnungen. Die menschlichen Gallenkanäle unterscheiden sich hierdurch charakteristisch von jenen der von mir untersuchten Säugethiere. Ein Theil dieser Oeffnungen entspricht den gröberen und feineren einmündenden Gallenkanälen; der bei weitem größere Theil aber gehört den Schleimdrüsen an. Diese öffnen sich nämlich nur in zwei Längsreihen, nicht in der ganzen Circumferenz des Kanales, sie sind also in weit geringerer Menge vorhanden, als bei dem Pferde, Schweine, Schaafe. Dafür haben sie aber auch eine mehr zusammengesetzte Form. Im Allgemeinen nämlich bestehen sie aus einem langgezogenen, in kurzen Schlangenwindungen verlaufenden Kanale, an dessen Circumferenz abwechselnd kleine blindsackige Ausbuchtungen und kurzgestielte Träubchen aufsitzen. Die Drüsenbläschen messen $^1/_{100}$ bis $^1/_{50}'''$. Diese langgezogenen Drüsen, welche einigermaßen an die Glandulae Meibomianae erinnern, verlaufen aber nicht bloß hin und her gebogen; sie theilen sich auch, und die Theilungsäste fließen wieder unter einander und mit den nebenliegenden Drüsen zusammen. Diese netzförmige Verbindung der Drüsenschläuche kommt an den gröberen und mittleren Gallenkanälen innerhalb der Glisson'schen Kapsel vor; am auffallendsten ist aber diese Bildung in der Fossa transversa entwickelt. Entfernt man hier, nach einer gelungenen Injection des Ductus heqaticus, die Häute der Pfortader, so erblickt man in der fibrösen Auskleidung der Grube plexusartig verbundene rothe Streifen,

die mit dem linken und dem rechten Aste des Gallenganges zusammenhängen. Diese Streifen und Plexus sind aber nichts Anderes, als Drüsen. An den feineren Gallenkanälen scheinen neben den langgezogenen Drüschen auch einfache Träubchen vorzukommen. Ohne Zweifel kommen aber die Drüschen auch noch in den dünnsten Kanälchen vor, die man mit einer ganz feinen Scheere aufzuschneiden im Stande ist; denn auch in ihnen sieht man noch, wie Kiernan richtig angiebt, die Doppelreihe von Löchern.

Die langgezogenen Gallengangsdrüschen der menschlichen Leber haben eine verschiedene Größe. Bei der Mehrzahl hat der Kanal der Drüse einen Durchmesser von $1/_{90}$ bis $1/_{60}'''$, und die ganze Drüse ist $1/_{15}$ bis $1/_{10}'''$ dick. In der Leberpforte kommen aber auch unter jenen, die zum Drüsenplexus beitragen, solche vor, die vielleicht $1/_4'''$ dick sind. Diese dicken sind eigentlich Druschenaggregate oder zusammengesetzte Drüsen. Ihrem mittlern Kanale sitzen nicht bloß blindsackige Ausbuchtungen und große Träubchen (selbst bis $1/_6'''$) auf, sondern zwischen diesen Ausbuchtungen und Träubchen münden auch noch, und zwar in kurzen Zwischenräumen, langgezogene Drüschen von $1/_{15}$ bis $1/_{10}'''$ Dicke ein, die in allen Beziehungen mit den zuerst beschriebenen kleineren Drüsen übereinstimmen, ausgenommen, daß sie nicht direct in den Gallenkanal münden. Auch an den gröbsten Gallenkanälen kommen hin und wieder solche Drüschenaggregate vor.

Am Ductus hepaticus und choledochus münden die Gallengangsdrüsen nicht mehr in einer doppelten Reihe ein, sondern im ganzen Umfange des Kanales durch die großen hier sichtbaren Oeffnungen. Ihre Drüsen ähneln den großen zusammengesetzten Drüsen insofern, als auf dem mittlern Drüsenkanale einfache langgezogene Drüschen astförmig aufsitzen. Doch münden 2, 3, 4 solcher Drüsen durch die nämliche Oeffnung in die Höhle des Gallenganges, und es scheint eine geflechtartige Vereinigung der verschiedenen Drüsen hier nicht vorzukommen. Im Ductus cysticus finden sich die nämlichen Drüsen im untern Theile. Dagegen hat es mir bis jetzt nicht gelingen wollen, in der Gallenblase und im obern Theile des Ductus cysticus solche Drüsen zu injiciren *).

Anastomosen der Gallenkanäle. Anastomosen zwischen den Aesten, Zweigen, Zweigelchen der Gallenkanäle bis zu den Ductus fellei hin, welche die Vasa interlobularia begleiten, kommen nicht vor. Selbst die neben einander liegenden Ductus interlobulares anastomosiren nicht direct mit einander. Ein Ductus interlobularis kann zwar wohl Zweigelchen abgeben, die sich unter einander verbinden und große Maschenräume zwischen sich lassen; zwei neben einander liegende Ductus interlobulares anastomosiren aber nur etwa mittelst der von ihnen abgehenden Lobularästchen. Kiernan ist über diese Anastomosen der Gallenkanäle nicht in's Klare gekommen und er widerspricht sich mehrmals über diesen Punkt. Nachdem er zu wiederholten Malen (p. 723 — 725.) erklärt hat, daß Aeste der Gallenkanäle eben so, wie Aeste der Leberarterie, Plexus bilden, aus denen die Ductus interlobulares abgehen, stellt er weiterhin (p. 726.) die Anastomosen der größeren Vaginaläste in Abrede, und von den kleineren Zweigen sagt er nur, daß sie in den Spatia interlobularia zu anastomosiren scheinen. Da er aber diese

*) Da ich erst in der letzten Zeit auf die Gallengangsdrüsen aufmerksam wurde, so habe ich den Untersuchungen über dieselben noch nicht die gewünschte Ausdehnung geben konnen. So habe ich z. B. das Verhalten dieser Drüsen im Ductus hepaticus, choledochus und cysticus der Thiere noch nicht untersucht.

Anastomosen, die nicht existiren, nicht beobachtet hat, so bildet er auch (Tab. 22. Fig. 3. 4.) keine Anastomosen zwischen den Gallenkanälen ab. Nichts desto weniger spricht er weiterhin (p. 730.) die Meinung aus, die Ductus interlobulares müßten mit einander anastomosiren, weil er zu wiederholten Malen, doch nicht immer, fand, daß Quecksilber oder auch eine gefärbte Injectionsmasse, die in den linken Lebergangsast eingespritzt worden waren, sich im rechten Lebergangsaste, und zwar in dessen Interlobularästen, zeigten.

Nach E. H. Weber[1]) würde in der Fossa transversa (der Menschenleber) eine Ausnahme von der eben besprochenen Regel stattfinden; hier anastomosiren nach Weber ziemlich dicke Gallengänge vom rechten Aste des Ductus hepaticus mit ähnlichen vom linken Aste, und die Zweige dieser Aeste anastomosiren gleichfalls netzförmig unter einander. Er nennt die Aeste dieser Netze unentwickelt gebliebene Gallengänge, Vasa aberrantia hepatis. Von diesen Aesten sagt er dann weiter: »sie sind mit Zellen besetzt und haben viele ästige Anhänge, die mit geschlossenen, aus Zellen bestehenden Enden aufhören.« Diese anastomosirenden Gallenkanäle in der Querfurche der Menschenleber (bei dem Schaafe sah ich keine, und wahrscheinlich kommen sie auch nicht bei den anderen Säugethieren vor) sind aber nichts Anderes, als die oben beschriebenen, bei dem Menschen so eigenthümlich geformten Gallengangsdrüsen. Die Bemerkung, daß diese netzförmig verbundenen Gallengänge und ihre ästigen Anhänge mit Zellen besetzt sind, läßt keinen Zweifel zu, daß Weber die nämlichen Theile vor Augen hatte, die ich als Gallengangsdrüsen beschrieb.

Indessen anastomosiren ausnahmsweise an einigen Stellen der Leber die Gallenkanäle wirklich mit einander. Eine solche Stelle ist das Ligamentum triangulare sinistrum. Nach einer gutgelungenen Injection des linken Astes des Leberganges sieht man mehre Kanäle aus dem linken Lappen zwischen den beiden Bauchfellamellen des linken dreieckigen Leberbandes verlaufen und mit einander anastomosiren. Ferrein hat diese außerhalb des Leberparenchyms verlaufenden Gallenkanäle schon gesehen. Mappes (p. 15.) sah diese Anastomosen zwar nicht im dreieckigen Bande, aber doch an der Oberfläche der Leber, und zwar an deren scharfem Rande. Kiernan beschrieb sie dann neuerer Zeit wieder und bildete sie (Tab. 23. Fig. 4.) naturgetreu ab. Weber nennt auch dieses Band unter den Stellen, wo Netze der Gallengänge vorkommen. Ich habe nach Injectionen von Quecksilber, von Leimmasse, von Zinnober mit Terpenthinöl abgerieben, ganz die nämlichen Resultate erhalten wie Kiernan. J. Müller[2]) findet an einem Walter'schen Präparate zwar Gefäße von der Farbe des injicirten Leberganges (nebst injicirten Pfortader- und Lebervenenästen) in diesem Bande, will dieselben aber nur für Blutgefäßzweige gelten lassen, die durch Extravasation von dem Lebergange aus gefüllt wurden. Ich habe indeß an frisch injicirten Lebern Kanäle aus dem Bande in den linken Lappen hinein verfolgt, wo sie in Kanäle einmündeten, die sich durch eine Doppelreihe von Oeffnungen genugsam als Gallenkanäle charakterisirten.

Die Anzahl der Gallenkanäle, welche in das dreieckige linke Leberband eindringen, ist wechselnd. Sie theilen sich mehrfach, bekommen in ihren Verästelungen einen gewundenen Verlauf, und nicht nur die Zweige des nämlichen Kanales, sondern auch die Zweige neben einander verlaufender

---

[1]) Physiologie 4. Aufl. S. 357. Anm.

[2]) Müller's Archiv 1843. S. 308.

Kanäle anastomosiren bogenförmig unter einander. Ferrein und Kiernan sahen diese Gallenkanäle bis auf die untere Fläche des Zwerchfells sich erstrecken; gewöhnlich reichen sie aber nur bis zur Mitte des Bandes. Ich habe mich ferner überzeugt, daß manchmal ziemlich große Gallenkanäle zwar bis zum Rande des linken Leberlappens verlaufen, diesen aber nicht überschreiten, daß also manchmal keine Gallenkanäle im dreieckigen Bande verlaufen. Daraus wird Huschke's Angabe (S. 136.) erklärlich, der bis jetzt die Anastomosen größerer Gallenkanäle in diesem Bande nicht finden konnte.

Ich fand ferner mehrmals, wie Kiernan, anastomosirende Gallenkanäle in der häutigen Brücke, welche nicht selten statt einer Brücke von Lebersubstanz hinter der untern Hohlvene liegt und den Spigel'schen und rechten Leberlappen mit einander verbindet. Kiernan sah auch Gallenkanäle in der häutigen Brücke, die auf ähnliche Weise in der Fossa pro vena umbilicali zwischen dem viereckigen und dem linken Leberlappen ausgespannt ist. Auch nach Weber kommen sie in dieser Grube vor. Das Vorkommen ähnlicher Kanäle in den Häuten der Gallenblase stellt Kiernan gegen Ferrein in Abrede; dagegen erwähnt Weber wiederum solcher am Rande der Gallenblase.

Nachdem ich die anscheinenden Anastomosen von Gallenkanälen in der Fossa transversa als Gallengangsdrüsen erkannt hatte, mußte ich mir natürlich die Frage aufwerfen, ob nicht die anastomosirenden, mit den Gallenwegen zusammenhängenden Kanäle im linken Leberbande und an den anderen genannten Leberstellen ebenfalls Gallengangsdrüsen sind. Leider habe ich diesen Punkt, der nur durch Untersuchungen an Menschenlebern erledigt werden kann, bisher nur sehr oberflächlich untersuchen können. An den Kanälen im linken Leberbande und in der Brücke hinter der untern Hohlvene habe ich mit Bestimmtheit keine solche Drüsen erkennen können, wie sie an den menschlichen Gallenkanälen innerhalb der Leber vorkommen. Doch zeigten manche dieser Kanäle eine sehr gehöckerte Oberfläche; ferner sagt Weber ganz allgemein von allen diesen anastomosirenden Gallenkanälen (seinen unentwickelt gebliebenen Gallenkanälen), sie seien mit Zellen besetzt; endlich ist an den im linken Leberbande liegenden Kanälen der gewundene Verlauf sehr auffallend, der den Gallenkanälen an und für sich nicht zukommt. Jedenfalls können diese Kanäle keine Galle führen, weil sie mit keinen Leberläppchen in Verbindung stehen. Es dürfte aber kein wesentliches Bedenken der Annahme entgegenstehen, daß sie früher wirklich als galleleitende Organe fungirten, später dieser Function durch Atrophie der Leberläppchen verlustig wurden, sich aber dennoch als Kanäle erhielten, weil sie nach wie vor das Product der zu ihnen gehörigen Gallengangsdrüsen zu den Gallenwegen leiten. Ihr Vorkommen im Bande des linken Leberlappens hängt offenbar damit zusammen, daß ein Theil des linken Lappens nach der Geburt durch Atrophie schwindet. Sie müssen daher, wenn dies richtig ist, in der Leber des Fötus und des Neugeborenen fehlen. Während aber diese Atrophie manchmal nur die Leberläppchen betrifft, scheint sie in anderen Fällen auch die Gallengangsdrüsen zu erreichen, und dann schwinden auch die Kanäle selbst. Die anastomosirenden Gallenkanäle in den genannten häutigen Theilen wären aber nach dieser Ansicht nicht unentwickelt gebliebene Gallengänge, sondern reducirte Gallengänge. Jedenfalls sind sie mit den scheinbaren Gallengangsplexus in der Fossa transversa nicht in eine Klasse zu stellen.

Ductus interlobulares. Injicirt man den Ductus hepaticus oder einen großen Ast desselben, so lassen sich die gefüllten Gallenkanäle im All=

gemeinen bis zum Umfange der Leberläppchen verfolgen; mit Sicherheit aber auch nur bis dahin. In das Innere der Läppchen hinein sie zu verfolgen, ist mir nicht gelungen. Denn wenn hin und wieder ein in den Läppchen befindliches Capillarnetz nach Injection des Leberganges sich füllte, so mußte ich wegen der mikrometrischen Verhältnisse es wahrscheinlich finden, das gefüllte Netz gehöre dem Blutgefäßcapillarnetze an. In der nämlichen Weise spricht sich J. Müller aus: unter seinen Injectionen habe er mehre Fälle von netzartiger Vertheilung innerhalb der Lobuli, er wisse aber dieses Netz vom Blutgefäßnetze nicht zu unterscheiden. Einen glücklichern Erfolg glaubt E. H. Weber [1]) bei seinen Injectionen erlangt zu haben. Er fand in der Menschenleber, daß Gallenkanälchen von $1/_{35}'''$ Durchmesser mit einander anastomosirten; bei Kanälchen von $1/_{60}$ bis $1/_{70}'''$ waren die Anastomosen so häufig, daß ein sehr dichtes Netz entstand; die Kanälchen endlich von $1/_{107}'''$ Durchmesser bildeten ein so dichtes Netz, daß dessen Zwischenräume engen Löchern glichen, deren Durchmesser jenem der Blutgefäßcapillaren entsprach. Uebrigens gelang es ihm aber auch nur an einzelnen kleinen Stellen, gefärbte Massen bis in die kleinsten Netze zu treiben.

Ueber die feinsten Gallenkanälchen gelangte ich bei den verschiedenen Thieren zu folgenden Resultaten:

Mensch. Die Ductus interlobulares finde ich an der Oberfläche sowohl, wie auf Durchschnitten im Allgemeinen $1/_{120}$ bis $1/_{90}'''$ groß. Meine Messungen weichen also wesentlich von jenen Krause's und Weber's ab. Nach Krause sollen die kleinsten in und zwischen den Läppchen sichtbaren Gallengänge einen Durchmesser von $1/_{65}$ bis $1/_{35}'''$ haben; erst die aus ihrer Vereinigung entstehenden größeren sollen die Aeste der Leberarterie und der Pfortader begleiten. Diese größeren also würden erst meinen Ductus interlobulares entsprechen. Weber's Angaben laufen auf dasselbe hinaus. Kanälchen von $1/_{35}'''$ sollen bereits anastomosiren, und Kanäle von $1/_{60}$ bis $1/_{70}'''$ sollen schon ein dichtes Netz bilden. Diese letzteren wären also schon nicht mehr Ductus interlobulares, sondern bereits Rami lobulares. Nach den Größenbestimmungen von Krause und Weber würden die Interlobulares e vena portarum den Ductus interlobulares an Größe nachstehen, obwohl nach den Stämmen hin die Pfortaderäste immer so bedeutend ihre begleitenden Gallengänge an Größe übertreffen; auch würden sich, wenn ihre Bestimmungen richtig wären, die Ductus interlobulares der menschlichen Leber auf eine höchst auffallende Weise vor den Ductus der anderen Thiere durch ihre Größe auszeichnen. Allerdings habe ich nicht, wie Weber, erstarrende Materien injicirt, sondern Zinnober mit Terpenthinöl abgerieben. Wenn aber die kleineren Gallenkanälchen in Betreff der Ausdehnbarkeit nicht sehr wesentlich von den größeren Gallenkanälen abweichen, so können unsere abweichenden Größenbestimmungen hierin ihren Grund nicht haben. — Häufig zeigen sich nach Injection des Ductus hepaticus an der Oberfläche der Leber, aber auch auf Durchschnitten gefärbte Flecken, und untersucht man diese genauer, so findet man meistens, daß ein gefüllter Gallenkanal bis zu diesem Flecke sich erstreckt und an seinem Ende die Masse hat austreten lassen, welche sich nebelartig in einer gewissen Strecke ausbreitet. Einige Male sah ich auch an solchen Stellen feine Streifen (Kanälchen?) von $1/_{400}$ bis $1/_{600}'''$ Durchmesser, die sich netzförmig verbinden und große Zwischenräume zwischen sich lassen. Statt der nebelartigen Flecken entstehen manchmal Flecken, die ganz tief durch die Injec-

[1]) Müller's Archiv. 1843.

tionsmasse gefärbt sind; in ihnen erkennt man ein vollständig gefülltes Capillarnetz. Diese Capillarnetzflecken sind immer nur klein, wenngleich oft mehre ziemlich nahe bei einander liegen, und ich habe sie nur an der Oberfläche der Leber, nicht im Innern derselben beobachtet. Die Größe der Kanäle dieses Netzes und die Größe der Maschenräume finde ich der Art, daß ich das Netz von jenem, welches von der Pfortader aus sich füllt, nicht wohl zu unterscheiden vermag. Die mit dem Netze in Verbindung stehenden gefüllten Kanäle muß ich aber weit eher für Venae intralobulares als für Ductus interlobulares halten. Sehr belehrend über diesen Punkt war mir auch folgendes Präparat, welches ich einmal erhielt, als ich den Ductus hepaticus mit Zinnober injicirte. Es erhob sich die Oberfläche der Leber etwas in einer etwa zollgroßen Strecke und außerdem noch an einigen kleineren Stellen; diese Stellen bekamen ein weißliches Aussehn, als lägen lufthaltige Räume unter dem Bauchfellüberzuge. Diese Stellen behielten ihr eigenthümliches Aussehn auch, nachdem die ausgeschnittenen Leberstücke getrocknet waren, und unter dem Mikroskop zeigten sie nun, sowohl durch den Peritonealüberzug hindurch, als auf Durchschnitten folgendes Verhalten: durchscheinende, wie mit Luft erfüllte Kanäle von $^1/_{200}$ bis $^1/_{120}$''' Durchmesser bilden ein Netzwerk, dessen Maschenräume im Allgemeinen größer sind, als die Kanäle. Dieses Netzwerk steht durch etwas größere Aeste mit größeren Kanälen in Verbindung, die ebenfalls durchscheinend und wie von Luft ausgedehnt sich darstellen, und in Interstitien des Netzwerkes verlaufen; die größten von diesen Kanälen haben bis $^1/_{25}$''' Durchmesser. Ferner erscheinen auf Durchschnitten an ein paar Stellen Gefäße von $^1/_{120}$ bis $^1/_{100}$''' Durchmesser, mit der rothen Injectionsmasse gefüllt, in dem Netzwerke. Ich halte die angefüllten rothen Gefäße für injicirte Gallenkanäle; dafür spricht ihre Größe, ihr Verlauf. Das Netzwerk der mit Luft gefüllten Kanäle ist aber nichts Anderes als das Gefäßcapillarnetz der Läppchen, denn die größeren, selbst bis $^1/_{25}$''' großen Kanäle, welche die Aeste dieses Netzwerkes aufnehmen, sind zuverlässig keine Ductus fellei, sondern Rami interlobulares e vena portarum.

Hund. Durch Injection des Leberganges erheben sich die Pseudokörner an der Oberfläche der Leber etwas, und ihre Mitte wird durch die Injectionsmasse gefärbt. Die Ductus interlobulares und interfissurales messen $^1/_{130}$ bis $^1/_{260}$'''. Sie stehen hier und da mit einem Netze in Zusammenhang, dessen Kanäle $^1/_{500}$ bis $^1/_{600}$'''' groß sind und Maschenräume von $^1/_{100}$ bis $^1/_{70}$''' umschließen. Bisweilen scheint dieses Netz continuirlich mit einem andern zusammenzuhängen, dessen Kanäle mit Luft erfüllt sind.

Katze. Die Ductus interlobulares stehen den Interlobulares e vena portarum kaum an Größe nach; sie messen $^1/_{160}$ bis $^1/_{120}$'''. Von ihnen gehen in dichter Reihe, zum Theil in Entfernungen von nur $^1/_{70}$''', kurze Zweigelchen ab, die sich zum Theil verbinden. Seltener erscheint in etwas größerer Ausdehnung ein Netz, dessen Kanälchen so fein sind, daß sie theilweise nur $^1/_{600}$''' messen. Bei der Katze sehe ich auch bisweilen Anastomosen zwischen den Aestchen neben einander liegender Ductus interlobulares.

Schwein. Die injicirten Gallenkanäle lassen sich hier mit großer Leichtigkeit bis zu den Ductus interlobulares hin bloßlegen, weil sich die Läppchen durch Spannung der betreffenden Leberpartie so leicht von einander trennen. Nirgends zeigen sich netzförmige Verbindungen, selbst nicht an den feinsten Zweigen von vielleicht nur $^1/_{500}$''' Durchmesser. Die Ductus interlobulares von $^1/_{120}$ bis $^1/_{90}$''' Durchmesser entsenden zahlreiche feinere Zweigelchen. Durch Zinnoberinjection wurden hin und wieder die Leberläppchen vollständig ange-

füllt, wie nach Injection der Pfortader oder der Lebervenen; ich unterschied dann ganz bestimmt die Interlobulares e vena portarum und die weit feineren Ductus interlobulares, beide mit der Injectionsmasse gefüllt, zwischen den Läppchen. Neben und zwischen solchen ganz gefüllten Läppchen zeigten sich andere, in denen die Vena intralobularis nebst dem venösen Theile des Capillarnetzes gefüllt war, während die Circumferenz des Läppchens keine Masse enthielt. Die Lage des gefüllten Gefäßes in der Mitte des Läppchens ließ schon für das bloße Auge keinen Zweifel über seine Bedeutung zu. Die Gallenkanäle konnte ich mit Bestimmtheit bis zur Kapsel dieser Läppchen verfolgen, auf welcher sie sich zum Theil verästelten; niemals aber konnte ich ein Gallenkanälchen in's Läppchen hinein verfolgen, so wenig wie bei den ganz gefüllten Läppchen. Die Venae intralobulares konnten sich hier nur von den Venae sublobulares aus gefüllt haben.

Schaaf. Die Ductus interlobulares messen $^1/_{130}$ bis $^1/_{90}$'''; sie gehen, und zwar häufig paarweise einander gegenüber, in Zwischenräumen von $^1/_6$ bis $^1/_5$''' von Gallenkanälen ab. Die Ductus interfissurales geben schon in Zwischenräumen von $^1/_{30}$ bis $^1/_{40}$''' Zweigelchen ab, von denen die feinsten nur $^1/_{360}$''' dick sind. Stellenweise füllt sich nach Injection des Ductus hepaticus ein Capillarnetz aus Kanälen von $^1/_{240}$ bis $^1/_{360}$''' Durchmesser, mit Maschenräumen von $^1/_{120}$''' Durchmesser. Ich sah dieses Netz nur an der Oberfläche der Leber entstehen. In seiner Umgebung sah ich Gefäßchen gefüllt, welche ich nur für Interlobulares e vena portarum halten konnte. — Gar nicht selten entstehen auch während der Injection kleine weißliche Flecken an der Oberfläche der Leber. Diese Flecken bestehen aus einem luftführenden Capillarnetze, dessen Kanäle $^1/_{400}$''' messen, dessen Maschenräume aber weit größer sind.

Pferd. Die Ductus interlobulares werden von den Interlobulares e vena portarum zwei- bis viermal an Größe übertroffen. Hier und da hat sich ein Capillarnetz gefüllt, dessen Kanäle $^1/_{600}$ bis $^1/_{400}$''', dessen Maschenräume zum Theil $^1/_{70}$''' messen: Größenverhältnisse, die sehr gut zum Gefäßcapillarnetz der Läppchen passen.

Kaninchen. Die Ductus interlobulares sind im Allgemeinen $^1/_{150}$ bis $^1/_{130}$''' groß; zwischendurch verlaufen aber auch in längerer Strecke weit feinere. Was J. Müller früher als eine quastenartige Vertheilung von Röhrchen beschrieb, die von der Oberfläche und dem Rande eines Läppchens nach dessen Mitte verlaufen und sich dabei paarweise vereinigen, das ist nach meinen Injectionen ein Netz, oder ein Plexus; ich sehe nämlich zwischen den größeren gegen die Mitte verlaufenden Streifen feine Querstreifen. Dieses Netz bildet aber an meinen Präparaten nur eine einzige horizontale Schicht an der Oberfläche der Leber.

Myoxus. An einem Hyrtl'schen Präparate sind die Lebervenen roth, die Gallenkanäle grüngelb injicirt. Die Veneninjection ist in alle auf dem Schnitte sichtbaren Läppchen eingedrungen; die Netze der einzelnen Läppchen sind durch breite Interstitien von einander getrennt. In einigen dieser Interstitien zeigt sich ein grünlichgelbes, durch die Gallenkanäle gefülltes Capillarnetz; nirgends aber liegt ein auch noch so kleiner Theil dieses grüngelben Netzes innerhalb des Capillarnetzes der Läppchen. An einzelnen Stellen scheinen die grüngelbe und die rothe Masse in dem nämlichen Kanälchen einander zu erreichen, was für die Identität der beiden verschiedenfarbigen Netze sprechen würde. Doch darf ich zwei, die beiden Netze unterscheidenden Verhältnisse nicht unerwähnt lassen. Die Kanälchen des grüngelben Netzes sind im Ganzen wohl etwas kleiner, als jene des rothen;

sodann haben sie keine vorwaltend centripetale Richtung, und ihre Maschenräume sind deßhalb nicht länglich oder linienförmig, sondern rund.

Anfang der Gallenkanälchen. Die Gallenkanälchen lassen sich nach dem eben Mitgetheilten mit Bestimmtheit nur bis zum Umfange der Leberläppchen verfolgen. Das kann nun aber keinem Zweifel unterliegen, daß die Läppchen der wesentliche Theil des Gallenapparates, nämlich der secernirende Theil sind, daß in ihnen also die Anfänge der Gallenkanäle zu suchen sind. Welcher Art aber diese Anfänge seien, darüber sind zwei verschiedene Meinungen ausgesprochen worden.

1) Nach der einen Meinung wären die Anfänge der Gallenkanälchen blindgeendigte Röhrchen oder Bläschen. So nahm früher J. Müller [1]) bei allen Wirbelthieren blindgeendigte Gallenröhrchen an, die bei den Embryonen der Amphibien und Vögel am deutlichsten erschienen. Bei den Vögeln schienen ihm diese blinden Röhrchen von 0,00172 P. Z. ($= 1/_{46}'''$) Durchmesser zu Reiserchen oder Büscheln verbunden zu sein. Unter den Fischen konnte er diesen Bau nur beim Stör erkennen. Die freien blinden Enden der Gallenkanälchen glaubte er unter den Säugethieren an der freien Leberoberfläche beim Eichhörnchen, bei Cricetus vulgaris und beim neugeborenen Meerschweinchen wieder zu finden. In seinem Handbuche der Physiologie hat aber Müller diese Ansicht vollständig aufgegeben; die Reiserchen sind ihm jetzt nicht mehr blindgeendigte Kanälchen, sondern Reihen von Leberzellen, deren Verhältniß zu den Gallenkanälchen aber noch der Aufhellung bedürfe.

Sodann sah Krause in der Leber des Igels, als er den Ductus hepaticus unter der Luftpumpe injicirte, wobei etwas Luft rasch mit eingedrungen war, in den Leberläppchen dicht an einander gedrängte und von Luft stark ausgedehnte Bläschen von $1/_{50}$ bis $1/_{40}'''$ Durchmesser, die er für Acini oder für Drüsenbläschen der Leber erklärte. Einen Zusammenhang dieser Bläschen mit den sichtbaren feinsten, bis zu den Läppchen zu verfolgenden Gallenkanälchen vermochte er aber niemals zu erkennen, Da nun auch weder Krause selbst, noch ein anderer Anatom an der Leber eines andern Thieres etwas Aehnliches je zur Ansicht bringen konnte, so muß diese vereinzelt dastehende Beobachtung mehr als zweifelhaft erscheinen. Warum sollten auch die Drüsenbläschen der Leber, abweichend von denen anderer Drüsen, sich so ungemein hartnäckig jedem Anfüllungsversuche widersetzen? Und wo sollten diese Acini, von denen Krause die kleineren Leberzellen bestimmt unterscheidet, innerhalb der Leberläppchen Platz finden können, da das Leberzellennetz und das Blutgefäßcapillarnetz überall mit einander in enger Berührung sind?

Ferner wollen neuerdings die Gebrüder Weber [2]) ausnahmsweise bläschenartige Endigungen der Gallengänge gesehen haben, nämlich in jenen Theilen, die sie als unentwickelt gebliebene Gallengänge bezeichnen. Ich habe aber oben nachzuweisen gesucht, daß dies theils Gallengangsdrüsen, theils mit solchen Drüsen besetzte Gallengänge sind.

So dürfte wohl die Meinung, daß die Gallenkanälchen überall oder doch ausnahmsweise an bestimmten Stellen mit blinden Röhrchen oder Bläschen anfangen, jetzt kaum noch ernstliche Vertheidiger finden.

Huschke's Ansicht über die Enden der Gallenkanäle, die im Ganzen mit einer der Hypothesen zusammenfällt, welche Henle über diesen Punkt aufstellte, ist eigentlich eine Combination der ersten und der zweiten Meinung.

---

[1]) De gland. structura.

[2]) Müller's Physiologie. 4te Aufl. S. 358. und Müller's Archiv 1843. S. 308.

Huschke hält nämlich die Leberzellen für die eigentlichen Acini und rechnet die Leber zu den ächten acinösen Drüsen; diese Acini aber sollen sich (innerhalb der Leberläppchen) in höchst zarte und dünne Gallenkanälchen öffnen, nämlich in jene Fädchen, die man an den abgeschabten Leberzellen hin und wieder hängen sieht. Daß diese feinsten Kanälchen ($^1/_{684}$'''), in welche wegen der Feinheit Injectionen nicht einzudringen vermöchten, ein Netz bilden, giebt Huschke zwar nicht an; doch wäre die Sache kaum anders denkbar, wenn diese feinen Kanälchen wirklich existirten, da sie doch wohl der Anordnung der netzförmig an einander gereiheten Leberzellen folgen müßten. Ich beobachtete allerdings an feinen Schnitten von Lebern, die nach alleiniger Injection des Ductus hepaticus in Weingeist gehärtet worden waren, höchst feine gefärbte Streifen da, wo das Leberzellennetz und das Gefäßcapillarnetz an einander grenzen. Es bestand aber in solchen Fällen offenbar ein Extravasat, und die Masse war nicht in's Gefäßcapillarnetz eingedrungen, sondern hatte sich in dem Interstitium zwischen diesem und dem Leberzellennetze ausbreiten müssen. Uebrigens würde die Feinheit dieser Kanäle, wenn sie existirten, der Injection doch nicht schlechthin ein Hinderniß setzen.

2) Nach der zweiten Meinung ist der Anfang der Gallenwege ein verflochtenes Netz, dessen Elemente die Leberzellen sind. Nur über das Kanalisirtsein dieses Netzes sind die Ansichten zwar nicht geradezu entgegengesetzt, aber doch nicht übereinstimmend.

Diese Meinung ist wohl zuerst von Kiernan mit Bestimmtheit ausgesprochen worden (p. 741.). Der in den Läppchen gelegene secernirende Theil der Leber ist ihm ein Netzwerk, welches aus den Leberzellen zusammengesetzt ist. Dieses Netzwerk soll aber aus Kanälchen (Ducts) bestehen, und er empfiehlt auch ein besonderes Verfahren, um die Injection dieses Gallengangsnetzes zu erleichtern. Man soll nämlich lebenden Thieren die Pfortader und die Leberarterie unterbinden. Die Gallenkanälchen entleerten dann zum guten Theil ihren Inhalt, und es gelinge häufig, die Läppchen theilweise durch den Ductus hepaticus zu injiciren, was ihm auch an der Menschenleber, obwohl mit geringerem Erfolge, geglückt sei. Er giebt auch eine Abbildung dieses Gallengangsplexus (Tab. 23. Fig. 3.); in der Erklärung dieser Abbildung (p. 769.) erklärt er aber freimüthig, daß dieselbe eine ideale sei, da er diese Kanäle nie so weit injicirt habe.

Henle stellt unter seinen Hypothesen über die Enden der Gallenkanäle auch die auf, daß die Leberzellen reihenweise verschmelzen könnten, so daß also Kanäle entständen, die mit den ausgebildeten Gallenkanälen zusammenhingen. J. Müller ist geneigt, dieser Hypothese beizutreten. Die Zellenreihen würden nach dieser Ansicht in fortwährender Genese begriffene Kanäle sein, nicht aber fertige Kanäle, wie es Krukenberg, Weber, zum Theil auch Lambron aussprechen.

Nach Lambron [1]) bilden die Leberzellen den Anfang der Gallenkanälchen, und alle Zellen öffnen sich in einander. Sonderbarer Weise läßt er aber zu jedem Läppchen (er nennt sie Granulationen) nur Einen Gallengang treten, der in dasselbe eindringt und nach kurzem Verlaufe sich in eine Zelle öffnet.

Nach Krukenberg existirt in den Leberläppchen ein röhriges Gallengangsnetz, welches aus regelmäßig an einander gefügten Leberzellen zusammengesetzt ist, und die Maschenräume des capillären Gefäßnetzes genau erfüllt. Den Kanal in den Fäden dieses Gallengangsnetzes hat er aber nicht gesehen.

---

[1]) Schmidt's Jahrbücher. Bd. 33. S. 146.

Dieser Ansicht stehen nun gewichtige mikrometrische Schwierigkeiten entgegen. Krukenberg läßt nämlich nicht eine einfache Reihe von Leberzellen von einem mittlern Kanale durchbohrt werden, sondern die Kanäle seines Gallengangsnetzes haben im ganzen Umfange Leberzellen zur Begrenzung. Als Minimum müßte man wenigstens 3 neben einander der Länge nach verlaufende Reihen von Leberzellen annehmen, zwischen denen ein Kanal eingeschlossen wäre; nach aller Analogie würde aber ein durchschnittener Kanal wohl 5 bis 6 ringförmig umgebende Zellen zeigen müssen, wie es Krukenberg in seiner schematischen Abbildung auch wirklich angegeben hat. Gesetzt nun, es lägen überall nur kleinste Leberzellen etwa von $1/_{150}'''$ um den Kanal herum, und der Kanal wäre so klein, daß er bei der Rechnung fast übersehen werden könnte, so müßten die Leberzellenstreifen doch mindestens $1/_{70}'''$ dick sein. Denken wir uns aber den Kanal von 5 bis 6, zum Theil auch größeren Zellen umschlossen, so müßten die Streifen mindestens $1/_{50}'''$ messen. Ich fand aber die Leberzellenstreifen der menschlichen Leber zwischen $1/_{80}$ bis $1/_{150}'''$ in der Dicke variirend.

In Weber's Darstellung des Gallengangsnetzes ist dieser Uebelstand vermieden. Nach Weber sind nämlich in den engsten Gallengängen die Zellen reihenweise mit einander verwachsen und bilden Kanäle, weil die Zwischenwände der an einander stoßenden Zellen geschwunden sind; in den Gallenkanälen von größerem Durchmesser aber liegen die verwachsenen Epitheliumzellen nicht bloß hinter, sondern auch neben einander. Wie die letztere Anordnung stattfinden soll, giebt Weber nicht näher an; sie könnte aber wohl nur auf eine der beiden nachgenannten Weisen erfolgen: Entweder wäre der Kanal an den Stellen, wo die Zellen neben einander liegen, durch die Intercellularräume constituirt, also auf die Art, wie Krukenberg sich die Sache vorstellt, was nicht wohl möglich ist; oder der Kanal setzte sich auch an diesen Stellen nur durch eine einfache Zellenreihe fort, und um diese herum lägen die anderen Zellen. Jedenfalls müßte, wenn Weber's Anordnung bestände, ein mehr oder weniger großer Theil der Leberzellen an zwei entgegengesetzten Enden durchbrochen, gleichsam ringförmig sein, und beim Abschaben der Zellen von Leberschnitten sollten doch wohl hin und wieder solche durchbrochene Zellen oder Zellenreihen mit zum Vorschein kommen. Da die Oeffnungen so ziemlich der ganzen Dicke der Zellen gleichkämen (die feinsten Gallenkanälchen sollen ja nach Weber $1/_{107}'''$ messen), so könnten sie sich dem Auge kaum entziehen. Am leichtesten müßte eine solche Beschaffenheit wohl an den abgeplatteten Zellen der Schildkröte sichtbar sein. Allein stets sieht man nur geschlossene Zellen. Gegen den die Leberzellenreihen durchsetzenden Kanal scheint mir ferner auch das Aussehn der Leberzellenstreifen in der durch Weingeist erhärteten (aber auch der frischen) Leber zu sprechen. Gar nicht selten unterscheidet man nämlich in einem Streifen die vollständig geformte Zelle, und zwischen 2 auf einander folgenden Zellen bemerkt man einen durch hellere Färbung von ihnen unterschiedenen Zwischenraum. Hier können also die Zellen nicht mit einander verwachsen und durch Schwinden der Scheidewände in einen Kanal umgewandelt sein. — Weber's Schilderung des Gallengangsnetzes ist eigentlich ganz übereinstimmend mit jener Kiernan's; nur erklärt Kiernan an der einen Stelle bestimmt, daß er die supponirten Kanäle nicht injicirt hat, während Weber diese Injection wirklich ausgeführt haben will. Darin hat sich aber Weber, wie ich glauben muß, geirrt; was er für injicirtes Gallengangsnetz hält, das sind gewiß nur Fragmente des Gefäßcapillarnetzes.

Meine eigene Ansicht über den Anfang oder das Ende der Gallenwege geht leider nicht über das Gebiet der Hypothese hinaus; sie gründet sich fast

mehr auf das negative Ergebniß, daß die verschiedenen aufgestellten Meinungen bei der Prüfung sich als ungenügend erweisen, als auf positive Thatsachen. Neben dem Gefäßcapillarnetze nehme ich ebenfalls ein Gallengangsnetz in den Leberläppchen an, nämlich jene Theile, die ich oben als Leberzellennetz beschrieb. Beide Netze durchsetzen einander und sind in Betreff der Größe so beschaffen, daß die Kanäle des einen genau in die Maschenräume des andern hineinpassen. Dies ergiebt sich aus den oben angeführten Größenverhältnissen beider Netze. Das Gallengangsnetz besteht aber aus zweierlei Elementen, aus der äußern Membrana propria und aus den von dieser umschlossenen Leberzellen. Die Zweige der Ductus interlobulares setzen sich an der Peripherie der Leberläppchen ohne Unterbrechung in die Membrana propria einzelner Streifen des Leberzellennetzes fort; die Leberzellen erfüllen aber die Höhle des Streifens, und deßhalb kann die Injectionsmasse nur bis zu seinem peripherischen Ende, d. h. bis zum Umfange der Läppchen vordringen. Die eingeschlossenen Zellen können freilich der Innenwand der Membrana propria nicht ganz eng anliegen; die ausgebildeten Zellen müssen, indem sie aufgelös't werden und nachwachsenden Zellen Platz machen, ihr Product in die frei durchgängigen Gallenkanäle entleeren, es muß also zwischen den Zellen und der Membrana propria, oder zwischen den Zellen selbst ein gewisser Zwischenraum bestehen, durch welchen die Galle von der Mitte des Läppchens bis zu dessen Peripherie fortschreiten kann. Es besteht aber doch die Anfüllung der Membrana propria durch die Zellen, und eine andringende Injectionsmasse wird diese Anfüllung noch vermehren, indem sie die vordersten Zellen etwas zurückdrängt und abplattet. Eine Injectionsmasse wird deßhalb eher die dünne Membrana propria zerreißen, zwischen diese und das Gefäßcapillarnetz austreten, oder in letzteres selbst eindringen, als zwischen der Membrana propria und den Zellen sich einen gewaltsamen Weg bahnen.

Gelbe und braune Substanz der Leber.

Oben sind diese beiden Substanzen nach ihrem räumlichen Vorkommen umständlich untersucht worden; es ist aber noch die Frage zu untersuchen, ob und wie dieselben sich anatomisch von einander unterscheiden. Die Läppchen der Leber sind nun durch und durch aus den gleichen Elementen zusammengesetzt, aus einem Gefäßcapillarnetze, welches an der Peripherie mit der Pfortader, in der Mitte mit den Lebervenen zusammenhängt, und aus einem Leberzellen- oder Gallengangsnetze, dessen Anordnung durch das ganze Läppchen hindurch die nämliche zu sein scheint. Die gelbe und braune Substanz, aus denen die Läppchen bestehen, sind also in anatomischer Beziehung ganz identisch, und auch in physiologischer Beziehung läßt sich kein Unterschied nachweisen.

Nach Kiernan beruht das zwiefache Aussehn der Leberläppchensubstanz auf einer ungleichen Bluterfüllung, und er unterscheidet zunächst 2 Fälle: 1) Die Venae intralobulares und der mit ihnen zusammenhängende venöse Theil des Capillarnetzes sind mit Blut überfüllt; die Mitte der Läppchen ist dunkelgefärbt, der peripherische Theil derselben ist hell und erscheint netzförmig, weil sich die Läppchen berühren. 2) Die Blutanfüllung beschränkt sich nicht auf die Mitte der Läppchen, sie zieht sich auch in die Fissurae interlobulares hinein, und nur die Spatia interlobularia bleiben davon frei. Die helle Substanz bildet dann isolirte Inseln, welche von der dunkeln Substanz netzförmig umschlossen werden. Nach Kiernan liegt diesen beiden Formen (es sind die nämlichen, die ich oben als normale und abnorme Anordnung bezeichnete) eine

partielle Congestion zu Grunde. Die erste Form nennt er passive Congestion der Leber, fügt aber sogleich hinzu, es sei der gewöhnliche und natürliche Zustand des Organes nach dem Tode. Die zweite Form nennt er active Congestion der Leber; man treffe sie sehr gewöhnlich bei Krankheiten des Herzens, bei acuten Krankheiten der Lungen und Pleuren, die Leber sei dabei größer als gewöhnlich, weil sie viel Blut enthält.

Meines Erachtens hat Kiernan diese Namen nicht glücklich gewählt; eine in's pathologische Gebiet gehörige Bezeichnung soll dasjenige Aussehn charakterisiren, welches die Leber auch bei vollkommen gesunden Individuen zeigt. Nimmt man Kiernan's Namen im strengen Sinne, so hat noch kein Anatom eine normale Leber gesehen. Daher verwahrt sich auch Erasmus Wilson [1]), wenn er in dem Abschnitte »Pathologische Anatomie der Leber« die Congestionen dieses Organes in Kiernan's Sinne mit abhandelt, ausdrücklich gegen die Einreihung unter die pathologischen Zustände: die Congestion sei hier nicht an sich eine Krankheit, sondern die Wirkung krankhafter Erscheinungen in anderen Theilen. Natürlich ist aber der gerügte Uebelstand mit dieser Erklärung durchaus nicht beseitigt. — Auf einen noch größern Abweg geräth aber Kiernan, indem er (wenigstens dem Namen nach) Gegensätze in den beiderlei Formen findet, wenn er der passiven Congestion (ersten Form) die active Congestion (zweite Form) entgegensetzt, bei welcher letztern die Congestion (in beiden Formen geht sie von den Lebervenen aus) sich bis zu den Interlobulares der Pfortader fortsetzen soll. Die Interlobulares e vena portarum sind bei der zweiten Form so wenig, wie bei der ersten, mit Blut überfüllt; es ist hier nur ein größerer Theil des Capillarnetzes mit Blut erfüllt, nämlich auch die Pars intermedia zwischen 2 Läppchen in den Fissurae interlobulares, da ja bei den meisten Thieren (aber z. B. nicht beim Schweine) in diesen Fissurae interlobulares die Capillaren der einander entgegenlaufenden Rami interlobulares eben so zusammenfließen, wie innerhalb der Läppchen. Statt der Namen passive und active Congestion gebraucht Kiernan auch als Synonyma die Benennungen: erstes und zweites Stadium der venösen Congestion, die jedenfalls glücklicher gewählt sind. Das hat auch Er. Wilson gefühlt; denn obwohl er Kiernan's Darstellung copirt, so erwähnt er doch der passiven und activen Congestion gar nicht, sondern spricht nur von einem ersten und zweiten Stadium der Lebervenencongestion.

Kiernan unterscheidet aber auch noch eine dritte Form von partieller Congestion der Leber, eine Pfortadercongestion. Bei dieser Form befinden sich die Centra der Läppchen nicht in einem congestiven Zustande, wohl aber die Spatia interlobularia und die Fissurae interlobulares, so wie die Randportionen der Läppchen, obwohl die dunkle Färbung nicht so auffallend ist, wie bei der Lebervenencongestion. Diese höchst selten vorkommende Form sah Kiernan nur bei Kindern. Ich gestehe, daß ich das Vorkommen einer solchen Anordnung der beiden Lebersubstanzen bezweifele. Lebern von Kindern kommen mir nur selten vor, und ich bin deßhalb außer Stande, mit Bestimmtheit anzugeben, wodurch Kiernan getäuscht worden sein mag. Wenn aber die Läppchen in der Kinderleber, wie Kiernan selbst angiebt, mehr polygonal sind, was auf eine stärkere Sonderung der Läppchen hinzuweisen scheint, etwa ähnlich wie beim Schweine, so könnte das von Kiernan beschriebene Aussehn möglicher Weise dadurch entstehen, daß blutiges Serum in die Zwischenläppchenräume und in die Circumferenz der Läppchen transsudirte. Das wäre aber

[1]) Todd's Cyclop. T. 3. p. 183.

etwas ganz Anderes, als die Anhäufung des Blutes im Capillarsysteme. Zudem kann ich mir unmöglich vorstellen, daß die Mitte der Läppchen ganz ohne dunkle Färbung sei; doch giebt Kiernan in der Erklärung der fraglichen Abbildung (Tab. 21. Fig. 4. p. 765.) wirklich ausdrücklich an, die Venae intralobulares der Läppchen enthielten kein Blut.

Ich kann daher Jenen nicht beistimmen, welche Kiernan's Ansichten über Congestionszustände der Leber als ein sicher erworbenes Eigenthum der pathologischen Anatomie anzusprechen geneigt sind.

Ohne den Antheil des Gefäßcapillarsystemes an der dunkeln und hellen Färbung der einzelnen Läppchenabschnitte in Abrede zu stellen, muß ich doch auch das Leberzellen- oder Gallengangsnetz dabei betheiligt erachten, und zwar aus zwei Gründen: 1) Wenn ich zu wiederholten Malen ganze Spritzen voll Wasser in die Pfortader eintrieb, so daß es, durch das Capillarsystem hindurchgehend, aus den Lebervenenstämmen abfloß, so änderte diese Blutausspülung der Leber doch nichts an dem marmorirten Aussehn der Leber. Die nämliche Erfahrung berichtet auch bereits Mappes (p. 7.). Mit Blut überfüllte Lebern, sagt Mappes, haben ein gleichförmig rothes Aussehn; um die 2 verschiedenfarbigen Elemente an ihnen besser zu sehen, muß man die Leber ausspülen, indem man warmes Wasser in die Pfortader einspritzt, welches durch die Lebervenen wieder abfließt; je mehr Blut auf diese Weise ausgespült wird, um so bestimmter treten die beiden Substanzen hervor. 2) Wenn ich von einem in Weingeist erhärteten Leberstückchen, auf dessen Durchschnitten die 2 verschiedenfarbigen Elemente noch bestimmt und ziemlich scharf begrenzt hervortraten, ganz dünne Schnitte unter das Mikroskop brachte, so waren bei durchfallendem Lichte die hellen Streifen des Gefäßcapillarnetzes in der hellen und dunkeln Substanz zwar von ganz gleicher Beschaffenheit, nicht aber die Streifen des Leberzellennetzes. Diese haben im Umfange der Venae intralobulares eine auffallend dunklere Färbung.

Theile.

Lymphe.

Die Lymphe ist die in eigenen Gefäßen aus allen Organen aufgenommene, in das Venenblut sich ergießende, fast wasserhelle (lympha, νύμφα, Wasser) Flüssigkeit.

Die ersten, aber noch dürftigen Nachrichten von der Existenz dieser Flüssigkeit finden sich zwar schon bei Vesling und Diemerbroeck, eine bessere Beschreibung lieferte jedoch erst Hewson [1]. Erstaunlich wenig erfahren wir von den übrigen Anatomen und Physiologen derselben Zeit, wie von Cruikshank, Mascagni u. A., so daß Fourcroy sich mit Recht über deren Unwissenheit wundern konnte. Etwas mehr Aufschluß ertheilten in ihren dem Lymphsysteme gewidmeten Schriften Desgenettes und Sömmerring, eine genauere Untersuchung lieferten Reuß und Emmert [2]. So nun vertraut mit den allgemeinen Eigenschaften dieser Flüssigkeit, machte man die Beobachtung einer wahren Lymphgeschwulst, die in Folge von Contusion durch Zerreißung eines Lymphgefäßstammes bei einem durchaus gesunden Menschen entstanden, fast ganz reine Lymphe enthielt [3]. Darauf wurde auch von Chemikern die Lymphe untersucht, so von Chevreul auf Magendie's Veranlassung [4], von L. Gmelin [5] und von Lassaigne [6]. Im Jahre 1832 beobachtete ich in Bonn einen Fall, wo bei einem gesunden jungen Manne nach einer äußern Verletzung eine Wunde auf dem Fußrücken entstanden war, aus welcher reine Lymphe, aber leider nur in geringer Menge ausfloß. J. Müller untersuchte ebenfalls diese Flüssigkeit mit dem Mikroskop, und Bergemann prüfte sie chemisch. Das Resultat meiner Untersuchungen machte ich bald darauf bekannt [7]. Ein ähnlicher Fall kam einige Jahre darauf in Halle vor, und wurde von Trog [8] beschrieben. Marchand und Colberg besorgten die Analyse [9]. — Unterdessen hatte man die Natur der in der Lymphe enthaltenen Körperchen genauer erforscht. Namentlich geschah dies von R. Wagner [10],

---

[1] Experimental Inquiries, part. II., London, 1774. p. 104.

[2] Allgemeines Journal der Chemie, Jahrgang III., Heft 6, Decbr. 1800, S. 691.

[3] S. den Aufsatz meines Vaters in Horn's Archiv, 1817, Heft 1, S. 277 u. ff.

[4] Magendie, Précis élémentaire de physiologie, 2ième Edit. T. II., p. 192.

[5] A. Müller, Diss. inaug. experimenta circa chylum sistens. Heidelb. 1819, p. 59.

[6] Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion, par Leuret et Lassaigne. Paris, 1825. p. 161.

[7] Zeitschrift für Physiol. von Tiedemann und Treviranus. Bd. V., Heft 1.

[8] Diss. inaug. de lympha. Halae, 1837.

[9] Müller's Archiv, 1838. S. 134.

[10] Hecker's Annalen der ges. Heilkunde. Febr. 1834.

von C. H. Schultz [1]) und mir [2]). Zuletzt hat auch Rees [3]) die Wissenschaft mit einer ausführlichen Analyse bereichert, und sodann ist vor Kurzem noch von mir [4]) eine Analyse der Pferdelymphe angestellt und in ihren Details beschrieben worden [5]).

Demnach haben wir dermalen eine nicht unbeträchtliche Menge von Beobachtungen und Untersuchungen der Lymphe. Leider sind sie aber, wie wir im Einzelnen uns überzeugen werden, noch immer nicht von hinreichender Vollständigkeit und Uebereinstimmung. Diese Unvollkommenheit hat nun ihren Grund in der Schwierigkeit, mit welcher jene Flüssigkeit erhalten wird, so daß immer nur sehr kleine Mengen zur chemischen Untersuchung verwandt werden können, ferner darin, daß in der That die von den verschiedenen Physiologen und Chemikern zur Untersuchung benutzte Lymphe nicht immer dieselbe Beschaffenheit hatte. Eine Lymphe aus den größeren Stämmen dieses Systemes aufgefangen, nachdem sie also schon durch die Lymphdrüsen hindurchgetreten, kann nicht wohl als gleichbeschaffen mit der aus den kleinen Lymphgefäßen ausfließenden betrachtet werden, und die beim Einschnitt aus den Lymphdrüsen auströpfelnde oder gar ausgepreßte Flüssigkeit ist natürlich nicht so rein wie jene. Wir wollen gar noch nicht einmal in Anschlag bringen, daß die Lymphe eines jeden Theils des thierischen Körpers verschieden sein, und daß sie bei jedem Thiere, gerade wie das Blut, ihre Eigenthümlichkeiten haben muß; denn diese Verschiedenheiten werden unbedeutend sein gegen diejenigen, welche die Lymphe aus den Lymphgefäßen und die aus dem unterbundenen Ductus thoracicus, wenn auch seit mehren Tagen keine Nahrung aufgenommen wurde, zeigen müssen. Und doch hat man den so gewonnenen Chylus als reine Lymphe betrachtet, und nicht minder dem aus der Leiche eines Menschen nach 30stündigem Hungern erhaltenen diesen Namen gegeben. Unmöglich kann aber bei dem zuerst von Brande und Magendie zur Erlangung von Lymphe vorgeschlagenen Verfahren der Speisesaftgang hungernder Thiere bloß reine Lymphe enthalten, denn erstens ist der Darmkanal nie ganz leer von Speiseresten, und die Galle nebst dem Bauchspeichel wird beständig in den Darmkanal ergossen, der seinerseits auch ein eigenthümliches Secret liefert. Alles dies nehmen ununterbrochen die Milchgefäße auf und führen ihren Inhalt dem Speisesaftgange zu. In diesem muß nun zweitens die Flüssigkeit durch das Stocken verändert werden, namentlich wird Wasser nach außen durchschwitzen, gerade so, wie dies auch bei dem Blute der Fall ist, indem das aus der Leiche genommene Blut einen ganz andern Wassergehalt zeigt als das im Sterben ausfließende. Das Stocken der Lymphe ist es auch, was den Inhalt der wahren Lymphgeschwulst, an deren, freilich nur seltenem Vorkommen mit Unrecht noch immer manche Chirurgen zwei-

---

[1]) System der Circulation. Stuttgart und Tübingen, 1836.

[2]) Unters. zur Phys. und Patholog. Bd. II., Heft 1.

[3]) Philos. Magaz. Febr. 1841. p. 156.

[4]) Simon's Beiträge. Bd. I. Heft 4.

[5]) Hier ist auch noch als neueste Arbeit über diesen Gegenstand die Schrift von G. Herbst (das Lymphgefäßsystem und seine Verrichtung. Nach eigenen Versuchen dargestellt. Göttingen, 1844) zu erwähnen. Da bei der Zusendung derselben die gegenwärtige Abhandlung schon druckfertig in ihrer Abschrift vorlag, so ließen sich die Leistungen Herbst's nicht mehr in sie einverleiben, und zwar dies um so weniger, als dieser Beobachter aus Nichtbeachtung der Untersuchungen seiner Vorgänger vielfach in der Deutung der mikroskopischen Objecte von der gewöhnlichen Auffassungsweise abweicht, und die Verständigung mit ihm daher einen ziemlichen Raum einnehmen würde.

feln, verändert. Dazu kommt noch die Beimischung der von den Wänden des Sackes abgesonderten eiterigen Flüssigkeit. — Bei kaltblütigen Thieren kann man nach J. Müller's Angabe sich auch noch auf andere Weise Lymphe verschaffen, die indessen ebenfalls keine reine, sondern eine mit Blut und parenchymatöser Flüssigkeit vermischte ist. Bei Fröschen trennt man die Haut am Oberschenkel eine Strecke weit von den darunter liegenden Muskeln und Gefäßen: bei Fischen eröffnet man die Augenhöhle von unten und schneidet dann die weiten Lymphgefäße an. Die ausfließenden Tropfen sind ziemlich klar und nur wenig geröthet. — Wir sind demnach genöthigt, fortwährend bei Beschreibung der Lymphe auf die Art und Weise, wie dieselbe erhalten ist, Rücksicht zu nehmen. Wo nichts weiter bemerkt ist, gilt die Angabe von aller Lymphe oder bezieht sich wenigstens auf die aus den während des Lebens oder im Sterben eröffneten Lymphgefäßen ausfließende.

Die Lymphe in den Gefäßen der Gliedmaßen und des Halses ist eine ganz dünne, klare, durchsichtige, blaßgelbliche, etwas grünliche, bei den Fröschen fast ganz wasserhelle Flüssigkeit. Aus den Lymphdrüsen läuft sie beim Einschnitt trübe und etwas dicklicher aus. Eine rothe Farbe zeigt zuweilen die Lymphe aus der Milz. Hewson, Fohmann, J. Müller (meist, jedoch nicht immer) und Gieskev (bei Pferden, Ochsen und Kälbern) fanden die Milzlymphe roth, selbst roth wie Wein, während Andere, z. B. Rudolphi in der Regel, Seiler bei den meisten Pferden, so wie bei Rindern, Schweinen, Hunden und Katzen diese Farbe nicht sehen konnten. Tiedemann und Gmelin beobachteten ebenfalls und zwar nicht bloß in der Milz, sondern auch in der Leber eine rothe Lymphe, sowohl bei Pferden als bei Hunden, die entweder nüchtern waren oder mit Thierleim oder Stärkemehl, also mit nicht blutbildenden Stoffen gefüttert waren. Und in diesem Umstande, ob das Thier gefressen oder gehungert hat, ob also die Milz blutvoll oder blutleer ist, liegt, glaube ich, gerade der Grund der Verschiedenheit in der Farbe der Milzlymphe, denn bei meinen Untersuchungen der Milz der Kälber, die mit höchst seltenen Ausnahmen immer 12 bis 36 Stunden vor dem Schlachten gefastet haben, fand ich stets eine rothe Lymphe, und nur, wenn ich das Thier kurz vorher hatte Milch saufen lassen, eine farblose. Tiedemann und Gmelin sagen zwar, daß auch bei einem mit Hafer reichlich gefütterten Pferde die Lymphe roth war; allein man muß bedenken, daß das Thier den Hafer schon 6 Stunden vor dem Tode gefressen hatte (Vers. 32). Dieselben Beobachter fanden auch die Lymphe des Beckens bei einem 5 Stunden nach der Fütterung mit Hafer getödteten Pferde roth, die des Dickdarms aber farblos wie die übrige. Von der nach dem Hungern entstehenden rothen Farbe des Chylus ist bei diesem die Rede gewesen, und zugleich die Behauptung ausgesprochen, daß dieselbe ganz allein durch die Beimischung der rothen Milzlymphe entstehe.

Der Geschmack aller Lymphe ist salzig wie von einer dünnen Auflösung von Kochsalz, der Geruch entweder unmerklich oder fade wie bei Eiweiß, nach Magendie und Anderen samenartig.

Sie reagirt alkalisch, in dem von mir beobachteten Falle bei einem Menschen selbst so stark, daß sie Curcuma-Papier bräunte. Durch Zusatz von Säuren entstehen Bläschen, so daß also die Alkalescenz der an der Luft gestandenen Lymphe von einem kohlensauren Alkali herrühren könnte.

Ueber ihr specifisches Gewicht wissen wir nichts, und können solches nur aus dem Gehalt von festen Bestandtheilen berechnen. Magendie bestimmte es für die Lymphe des Ductus thoracicus auf 1022; Marchand und Colberg ge-

ben 1037 an. Sie müssen sich aber geirrt haben, wie aus dem Wassergehalt der von ihnen untersuchten Lymphe hervorgeht [1]).

Alle normale Lymphe bietet das Phänomen der Gerinnung dar, ganz so wie die von dem faserhäutigen Blute sich an der Oberfläche absondernde Flüssigkeit. Seit Diemerbroeck und Cruikshank ist dies bekannt, und Hewson giebt sogar Verschiedenheiten in der Zeit und Gerinnung an, indem dieselbe in jüngerem Alter später erfolge. Er sah die Lymphe gleich nach dem Ausfluß an den Wundrändern gerinnen. Bei der von mir beobachteten Menschenlymphe war dies erst 10 bis 20 Minuten nach dem Ausfließen der Fall. Es trübte sich dabei die Flüssigkeit etwas. Reuß und Emmert geben einmal 10 Minuten, ein anderes Mal 15 bis 20 Min. als die Gerinnungszeit an, Leuret und Lassaigne 4 bis 5 Minuten. Auch die aus der Leiche genommene Lymphe coagulirte noch. So gerinnt auch noch, jedoch in schwächerem Grade, die aus den ausgeschnittenen Lymphdrüsen frisch geschlachteter Thiere ausfließende Flüssigkeit. Daß der Chylus hungernder Thiere ebenfalls gerinnt, ist beim Chylus gesagt worden. Merkwürdig ist, daß Sömmerring die Gerinnung läugnet. Es ist mir ebenfalls begegnet, daß ich in dem Tropfen Lymphe, den ich aus den Lymphstämmen des Beckens bei Kaninchen genommen hatte, die Gerinnung vermißte, da sie doch sonst nicht ausblieb, wenn sie auch erst spät eintrat. So sah ich, daß die aus den Lymphgefäßen der Milz der Ochsen ausgeflossenen, deren Menge gegen ℨj betrug, und deren sparsame Körperchen mehr Blutscheibchen als Lymphkügelchen waren, erst nach 1 Stunde und selbst noch später gerann. Nach sehr langem Hungern fehlt, wie Müller bei Fröschen fand, die Gerinnung in der Lymphe. Da auch schon Hewson im Allgemeinen angab, daß bei größerer Schwäche, kärglicher Nahrung eine späte Gerinnung stattfindet, so war es mir auffallend, zu sehen, daß die Lymphe der in der Stube aufbewahrten Frösche in der Mitte des Winters früher als sonst fest ward.

Nach einiger Zeit trennt sich die geronnene Lymphe in Serum und in ein fast durchsichtiges Gerinnsel, welches den größten Theil der sogleich zu beschreibenden Lymphkörperchen einschließt. Die in einem Uhrglase aufgefangene Lymphe bildet ein Gerinnsel (Kuchen, placenta) von der Form eines dünnen Häutchens, in einer Röhre von der eines Cylinders, und so giebt stets der Kuchen die Gestalt des Gefäßes in sehr verkleinertem Maßstabe wieder. In der Lymphe des Menschen verhielt sich dem Gewichte nach das frische Gerinnsel zum Lymphwasser (Serum) wie 1 : 49, in der des Pferdes nach Reuß und Emmert wie 1 : 92; in der Lymphe des Beckens desselben Thieres nach Tiedemann und Gmelin wie 1 : 195, in der des plexus lumbalis nach Hungern wie 1 : 66, in der von Ochsen nach Desgenettes wie 1 : 300. — Außer der Menge des Faserstoffes, denn dieser ist in der Lymphe wie im Blut der gerinnende Bestandtheil, muß Alles, was auf die Fähigkeit des Faserstoffes sich zusammen zu ziehen, Einfluß ausübt (s. den Artikel »Blut«), auch die Größe des Lymphkuchens verändern; hauptsächlich ist es aber die Menge der

[1]) Es ist unmöglich, daß eine Flüssigkeit mit nur 3,1% festen Bestandtheilen (1,5% Salz und 1,6% thierischen Bestandtheilen) ein specifisches Gewicht von 1037 besitze, höchstens kann sie 1020 haben. Bei jenem Eigengewichte müßte sie mehr als 10% feste Bestandtheile enthalten. Serum mit 4,8% festen Bestandtheilen, worunter 0,8 Salze, hat ein spec. Gewicht von 1018. Setzt man noch 0,7% Salz hinzu, so erhält man nur ein Gewicht von 1025. Serum mit 4,25 festen Bestandtheilen, worunter 0,75 Salz, ist 1015 schwer, mit 1,5 Salz, demnach 1022,5. Sollte nicht wohl jene Zahl 1037 ein Druckfehler statt 1017 sein?

Lymphkügelchen, welche, von Faserstoff eingeschlossen, die Größe bestimmen. Erhält man das Gerinnsel durch Rühren der Lymphe, so werden weniger Körnchen von dem Faserstoff eingeschlossen, als wenn man die Gerinnung ungestört erfolgen läßt.

Von der Röthe der frischen Lymphe ist schon die Rede gewesen; es verdient aber Erwähnung, daß einige Beobachter behaupten, der Kuchen röthe sich an der Luft, wenn auch die Lymphe selbst farblos gewesen. Bei der Lymphe des Menschen aus dem Fußrücken war dies nicht der Fall, eben so wenig bei der aus den Beckengefäßen der Kaninchen. Wo nun diese Erscheinung sich kund gab, lag der Grund darin, daß die rothen schon vorhandenen Blutkörperchen nur im zusammengezogenen Gerinnsel dichter an einander gedrängt zu liegen kamen und durch den Sauerstoff der Luft sich heller rötheten, daß also die rothe Farbe auf einen kleineren Flecken sich concentrirte. Deßhalb fanden Tiedemann und Gmelin auch nur das Gerinnsel der im frischen Zustande schon röthlichen Lymphe scharlachroth, und das Serum hell und klar. Der Inhalt der Lymphdrüsen röthet sich an der Luft nicht, weil er nur sparsame Blutkörperchen enthält. Ueber die Röthung des als Lymphe angesehenen Chylus hungernder Thiere siehe den Artikel »Chylus«.

Das Lymphwasser, Serum, ist durchsichtig gelblich oder etwas opalisirend. Nur dann, wenn das Coagulum nicht alle in die Lymphe aufgeschwemmten Blutkörperchen einschließt, bleibt es röthlich oder bildet einen rothen Satz.

Es ist überflüssig, die Reactionen des Lymphserums einzeln anzugeben; sie sind dieselben wie beim Blutwasser; es erfolgt Gerinnung des aufgelös'ten Eiweißes durch die Wärme schon bei 140° F. nach Cruikshank, bei 97,3° C. nach Marchand und Colberg, und ferner durch Säure und Metallsalze. Die Gerinnung ist freilich keine so vollständige wie in dem Blutwasser, weil die Lymphe weniger Eiweiß und mehr Alkali enthält, sondern meist nur eine Präcipitation von Flocken.

Daß die klare Flüssigkeit der Lymphgefäße kleine Körperchen enthalte, wurde zuerst von Mascagni entdeckt, der sie sphaerulae nannte. Eine genauere Beschreibung derselben lieferte aber erst Hewson. Auffallender Weise wurde die Existenz derselben von Reuß und Emmert bestritten, später jedoch allgemein anerkannt, und von J. Müller und mir auch in der Lymphe vor dem Durchgang durch die Drüsen erwiesen. In der Beschreibung der Lymphkörperchen, besonders in der Angabe der Größe und ihres Verhaltens zu Reagentien stimmen nicht alle Beobachter überein, was, wie Henle sehr richtig bemerkte, daher kommt, daß in der Lymphe verschiedene Arten von Körperchen vorkommen, und daß man außerdem die Parenchymzellen der Lymphdrüsen mit den wahren Lymphkörperchen verwechselt hat.

Die Kügelchen der Lymphe sind farblos, hell, stark durchscheinend, glänzend, besonders in einiger Entfernung von dem Focus des Mikroskops. Ihre Form ist nicht ganz kugelig, indem der eine Durchmesser den andern zuweilen um 1/6 bis 1/5, und selbst wohl noch mehr, übertrifft; einzelne erscheinen plattrund (ob nicht erst außerhalb des Körpers so geworden?). Ihr Bau ist körnig, grobkörnig oder so feinkörnig, daß die Oberfläche fast glatt erscheint. Da sie an der Glastafel, an der Wandung der Blutgefäße, so wie zum Theil an einander leicht haften bleiben, so müssen sie eine gewisse Klebrigkeit besitzen, die sie jedoch in ihrem Verhalten gegen die Blutkörperchen, welche ihrerseits unter sich leicht zusammenkleben, nicht zeigen. Es ist mir auch mehrmals ein merkwürdiger Unterschied zwischen den Lymphkörperchen selbst in Beziehung auf ihr Verhalten zu einander aufgefallen. Einige sind dicht zusammengehäuft, an-

dere, und zwar die Mehrzahl, ganz isolirt, ohne bei der Berührung an einander zu kleben. Ich glaube nicht, daß dieser Unterschied von dem Faserstoff herrührt, der in geronnenem Zustande die ersteren zusammenhält, weil diese von den isolirten auch in anderer Hinsicht noch abweichen. — Hewson unterschied in der Lymphe der Lymphgefäße einige Körperchen, die mit einer rothen Schale umgeben waren, und Henle will an den kleinen schon entschieden die gelbröthliche Farbe der Blutkörperchen wahrgenommen haben. In Beziehung auf Durchsichtigkeit sind mir die Körperchen nicht gleich vorgekommen, indem namentlich in der Lymphe aus den Drüsen der Ochsen und Kälber dunklere, die zum Theil körnig sind, blassere von grobkörniger Oberfläche, und ganz blasse sich unterscheiden lassen, von denen die ersteren die Eigenthümlichkeit besitzen, nach dem Eintrocknen bei Entfernung vom Focus hell auszusehen, während die letzteren im Gegentheil eine dunklere Schattirung annehmen. Wenn auch zu den blasseren die Parenchymzellen gerechnet sind, so bleibt immer noch eine große Anzahl eigentlicher Lymphkörperchen übrig, die durch größere Helligkeit sich vor den übrigen auszeichnen. Auch die Lymphgefäße in der Milz enthalten blassere und dunklere, schärfer umschriebene. Jene sind zum Theil größer als die dunkleren, und zuweilen etwas platt. Vielleicht hat Hewson die dunkleren Lymphkörperchen als mit einer gefärbten Hülle umschlossen betrachtet. Allerdings zeigen diese zuweilen einen röthlich gelblichen Schein, den wir jedoch nicht sicher für Wirkung des hier schon erzeugten Blutfarbestoffes halten können, da derselbe durch Wasser nicht verschwindet. Von der Farbe der Blutkörperchen unterscheidet sich die der dunkeln Lymphkörperchen merklich. Einige Beobachter (z. B. Bruns) geben an, daß die Lymphkörperchen nicht bloß körnig sind, sondern einen hellen, rundlichen, einfachen oder doppelten Kern schon im frischen Zustande erkennen lassen. Hin und wieder ist dies auch der Fall, nämlich bei den blassen Körperchen.

Die Größe der Lymphkörperchen schätzte Adelon bei Menschen geringer, als die der Blutscheibchen. Ebenso J. Müller. R. Wagner bestimmte dieselben bei Menschen und Säugethieren auf 0,0025 — 0,0033‴ (0,0016 — 0,005‴), Bruns auf 0,003‴ (0,00216 — 0,0048‴), Berres auf 0,0005 — 0,0012‴, Henle auf 0,002 — 0,005‴, Krause auf 0,00158 — 0,004‴. Die aus den Lymphdrüsen beim Einschnitt ohne angewandten Druck erhaltenen Körperchen gaben nach meinen früheren Berechnungen folgende Größen:

	Mittel aus den beiden Durchmessern.	Grenzen der Größen der Mehrzahl.	Weitere Grenzen der Größen.
Mensch	0,0024‴	0,002 —0,0026‴	0,0019—0,003‴
Schwein	0,0024	0,002 —0,0026	0,0014—0,003
Hund	0,0023	0,00216—0,0026	0,0025—0,003
Katze	0,0023	0,0018 —0,0027	0,0018—0,004
Maulwurf	0,002	0,0019 —0,002	0,0025—0,003
Ochs, a) dunkelere	0,0025	0,0024 —0,0026	0,002 — 0,003
» b) blassere .	0,0038	0,0036 —0,0042	0,003 —0,0045
Hammel	0,0026	0,0024 —0,0028	0,0018—0,0032
Kaninchen	0,0024	0,002 —0,0027	0,0014—0,0032

Aus der Lymphe der Milz von Kälbern hatte ich Körperchen von 0,00275 — 0,00325‴ (0,00215—0,0036), im Mittel 0,003‴, erhalten.

Neuerdings habe ich nun folgende zweite Reihe von genauen Messungen unternommen, die sich auf die Körperchen der Lymphe aus den Gefäßen beziehen.

A. Bei Kaninchen. 1) Wenige Minuten nach Injection einer großen Menge Rüböl in den Magen plötzlich gestorben. Gleich nach dem Tode wurden die beiden Hauptstämme der Lymphgefäße des Beckens unterbunden und nach ihrer Anfüllung (welche man durch Abziehung der Haut von den Schenkeln beschleunigen kann) angestochen. Die ausfließende helle farblose Flüssigkeit enthielt gar keine Blutkörperchen und nur einige sehr dunkele Lymphkörperchen. Im Ganzen wurden 52 gemessen. Außer den Kügelchen von der gewöhnlichen gleich näher zu bezeichnenden Größe fanden sich zwei von 0,004‴.

2) Dies Kaninchen hatte täglich eine Injection von etwas verdünntem Ammoniak erhalten, bis es am 9ten Tage einer Dosis von 35 Gran erlag. In der Lymphe des Beckens waren deutlich zwei Arten von Körperchen zu unterscheiden, von denen die eine, in Haufen vereinigt, weniger körnig und schärfer begrenzt erschien. Im Chylus fand sich genau dieselbe Trennung der zwei Arten von Kügelchen wieder.

3) Ein großes, sehr kräftiges Thier, das erstickt wurde. Die wasserhelle Flüssigkeit der Lymphgefäßstämme des Beckens enthielt nur wenige Lymphkörperchen, dunklere und blassere, und unter diesen einzelne (0,002 bis 0,003‴ große) mit einem durchsichtigen Hofe von 0,0045 bis 0,0055‴ Durchmesser.

B. Bei Ochsen. 1) Die Lymphe aus den Lymphgefäßen einer noch warmen Milz enthielt außer den Lymphkügelchen nur sehr wenige Blutkörperchen.

2) Bei einem zweiten Thiere konnte ich von diesen eine größere Zahl im Verhältniß zu den theils einzelnen, theils gruppirten Lymphkügelchen und außerdem einzelne Fettkügelchen wahrnehmen.

C. Bei einem Pferde. Die Lymphe aus den Gefäßen des Beckens enthielt außer der sich ziemlich an Größe gleichenden Mehrzahl noch einzelne seltene größere von 0,003 bis 0004‴.

Die Größe der Lymphkörperchen war in diesen sechs Beobachtungen folgende:

	Mittlere Größe.	Grenzen der Größe der Mehrzahl.	Weitere Grenzen.
A. 1)	0,00219‴	0,0018 bis 0,00265‴	0,0012 bis 0,00295 (0,004)‴
2)	0,00277	0,002 » 0,0028	0,0018 » 0,0048
3)	0,00275	0,002 » 0,003	0,002 » 0,004 (0,0055)
B. 1)	0,00221	0,002 » 0,0026	0,0017 » 0,003
2)	0,00238	0,002 » 0,0025	0,0018 » 0,003
C.	0,00265	0,0022 » 0,0031	0,0022 » 0,004

Man sieht hieraus, daß die Größe der Lymphkügelchen auch bei einem und demselben Thiere in einem und demselben Gefäße nichts weniger als gleichmäßig ist. Ich werde später darauf zurückkommen zu zeigen, wie sich mit der Größe auch andere Verschiedenheiten zwischen den Körperchen finden, so daß man Ursache hat, von einer größern und einer kleinern Art zu reden. Je ärmer die Lymphe an Körperchen überhaupt ist, desto mehr gehören diese der größern Art an. Die Durchschnittszahl für die Größe der in einer Beobachtung gemessenen Lymphkörperchen muß natürlich schwanken, indem das Verhältniß der beiden Arten nicht immer ein gleiches ist.

Auch die neuesten Beobachter der Lymphe, Gruby und Delafond [1]), unterscheiden, wie ich sehe, zwischen einer größern und kleinern Art von Lymphkörperchen, doch kommen mir ihre Angaben zu hoch vor. Jene soll 0,0045 bis 0,00675‴, diese 0,00225 bis 0,0045‴ betragen.

---

[1]) l'Institut, Nro. 495. 1843, 22. Juin.

Bei den Vögeln messen nach R. Wagner die Lymphkörperchen der Halsdrüsen 0,002 bis 0,0033''', selten 0,0016'''. Dieselben Größen fand ich bei Hühnern und Tauben: 0,0024 bis 0,003''' als Mehrzahl, 0,0027''' im Mittel und 0,0012''' für einige ganz blasse (Parenchymzellen?). Nach Gulliver sind die Lymphkörperchen aus den Drüsen der Vögel im Durchschnitt etwas kleiner als die der Säugethiere. Von 13 Vögeln nahm er den Inhalt der Lymphdrüsen zu seinen Messungen. Als äußerste Grenzen der Größe erhielt er 0,00104 bis 0,0026''', und die Mittel schwankten zwischen 0,00158''' (bei Columba livia) und 0,00188''' (bei Garrulus glandar.). Zur Erklärung dieser von Wagner und von mir etwas abweichenden Messungen verdient erwähnt zu werden, daß Gulliver die Parenchymzellen der Drüsen nicht von den Lymphkörperchen unterschieden hat.

Was die Amphibien anbelangt, so giebt Bruns die Größe bei den Fröschen als 0,0033''' an, Henle als 0,003'''. In der ganz reinen Lymphe aus den Lymphherzen des Grasfrosches fand ich Kügelchen von 0,0036 — 0,0042''', im Mittel 0,0039''', außerdem einzelne kleinere bis 0,0012''' und andere größere bis 0,0048'''. Bei den übrigen Batrachiern, die ich untersuchte, war die Lymphe etwas geröthet, so daß also einzelne im Blute enthaltene farblose Körperchen in die Messung mit aufgenommen sind. Die erhaltenen Zahlen waren:

Wasserfrosch	0,0040'''	(0,0038 bis 0,0042''')
Gemeine Kröte . . .	0,0036	(0,0025 bis 0,0042)
Feuerkröte	0,0042	(0,0030 bis 0,0048)

Wenn nun auch bei den Amphibien die Lymphkörperchen etwas größer sind als bei den warmblütigen Thieren, so daß also die Behauptung Gulliver's, bei allen Thieren sei die Größe dieser Körperchen ganz dieselbe, nicht vollkommen richtig ist, so darf man aus dieser einzelnen Thatsache doch nicht folgern, daß die Größe der Blutkörperchen mit der der Lymphkügelchen in einer geraden Proportion stehe. Bei den Säugethieren würde man vergeblich nach der Bestätigung dieses Gesetzes suchen. Ich habe schon früher gezeigt, daß die pflanzenfressenden Haussäugethiere im Ganzen etwas größere Lymphkörperchen als die fleischfressenden besitzen, aber keineswegs auch größere Blutscheibchen. Gulliver fand die kleinsten Blutkörperchen beim Moschusthier, aber dessen Lymphkügelchen so groß wie die des Menschen.

R. Wagner bemerkte unter den Lymphkörperchen der Amphibien einzelne, die eine hellere Hülle hatten, worin also der Kern durchschimmerte. Diese gehören noch der Lymphe an. Henle, der ebenfalls erwähnt, daß, wie sich auch aus meinen Angaben ergiebt, die Lymphkörperchen des Frosches eine sehr beständige Form und Größe haben, fügt hinzu, daß auch viel größere vorkommen, von 0,006''' Durchmesser, die glatt, gelblichröthlich, zum Theil elliptisch und etwas platt sind. Mir hat es immer scheinen wollen, als ob solche Körperchen, welche den Uebergang bilden zu den Blutscheibchen, nicht aus der Lymphe stammen, sondern aus dem Blute beigemischt sind.

Ausgebildete Blutkörperchen sind in der Lymphe gar nicht selten, besonders nicht in der Milz, wie dies die von vielen Anatomen beschriebene Röthe dieser Flüssigkeit schon beweis't. Diese Röthe kommt nun von dem an die Blutkörperchen gebundenen Farbestoff her, nicht von einem etwa aufgelös'ten Cruor. Schultz hat Blutscheibchen auch in der Halslymphe der Pferde gefunden; es hält aber sehr schwer zu entscheiden, ob dieselben hier nicht erst

bei der Eröffnung des Gefäßes beigemischt sind, wie dies wahrscheinlich immer beim Aufschneiden der Drüsen der Fall ist. Ich erinnere mich deutlich, in der Lymphe aus dem Fußrücken beim Menschen keine Blutkörperchen gesehen zu haben, die ebenfalls in der reinen, sorgfältig aus dem Lymphherzen des Frosches genommenen Lymphe fehlten. Eben so wenig war ich im Stande, in der aus den Lymphstämmen des Beckens von Kaninchen genommenen Flüssigkeit Blutkörperchen aufzufinden. Dieselben bilden also keineswegs einen wesentlichen Bestandtheil aller Lymphe. Merkwürdig ist, daß, wenn auch jedesmal in der Milzlymphe einige Blutscheibchen sich vorfinden sollten, diese doch nach reichlicher Fütterung des Thieres sehr wenige sind, während nach dem Hungern fast nur Blutkörperchen und nur sehr selten große Lymphkügelchen in derselben entdeckt werden können. So fand ich es wenigstens beim Kalbe. Und damit stimmt die von anderen Beobachtern beschriebene oben erwähnte Verschiedenheit des Aussehns der Milzlymphe, je nachdem das Thier gefressen oder gehungert hatte, vollkommen überein. Daß diese Blutkörperchen in der Größe und übrigen Beschaffenheit den in den Blutgefäßen kreisenden durchaus ähnlich sind, und daß sich keine Uebergangsstufen von den Lymphkügelchen zu ihnen zeigen, habe ich schon früher dargethan. H. Horn [1]) behauptet indessen neuerdings, daß die in der Lymphe vorkommenden Blutkörperchen größer seien. Das Wahre an dieser Behauptung ist, daß die Blutkörperchen, welche bei manchen Säugethieren, namentlich bei Ochsen, eine äußerst große Neigung haben, sich einzukerben und einzuschrumpfen, in der Lymphe besser ihre scheibenförmige Gestalt erhalten. Da die Zusätze von Wasser oder Kochsalz gerade so auf dieselben wirken wie auf die übrigen Blutkörperchen, so ist es wahrscheinlich, daß nicht die Natur der Körperchen, sondern die des Mediums (größere Wässerigkeit) die Ursache der angegebenen Verschiedenheit ist. Ich kann dem Gesagten zufolge auch keineswegs C. H. Schultz beistimmen, der die Blutkörperchen der Lymphe als sehr reizbar und mit außerordentlicher Contractilität begabt schildert.

Als fernere mikroskopische Elemente der Lymphe beschreibt Henle nackte Zellenkerne, einzeln oder zu 2 bis 3 zusammenhängend, und unreife Zellen mit einfachem oder getheiltem Kern und einer enganliegenden Schale. In der Milzlymphe fand ich kleine runde, meist etwas platte Körperchen, von weniger als 0,002''', welche offenbar zu dieser Kategorie gehören, eben so wie die zwischen 0,0012 und 0,0036''' in der Größe schwankenden rundlichen Körperchen der reinen Froschlymphe. In den Drüsen fehlen diese kleineren Körperchen niemals; doch bleibt es ungewiß, welche von ihnen aus dem Parenchym ausgetreten sind.

Für das geübte Auge bedarf es nicht der Reagentien, um diese Körperchen von Fettpartikelchen und Oelkügelchen zu unterscheiden. Oeltröpfchen von 0,0006 bis 0,0078''' halten C. H. Schultz, Bruns und auch Henle für ein wesentliches Element der Lymphe. Ich habe dieselben aber nicht in der Lymphe aus den Gefäßstämmen, nur in der aus den Drüsen gefunden (die des Hundes enthält immer kleine Fettpartikelchen), und bin deßhalb sehr im Zweifel, ob ich dieselben nicht eher als von außen beigemischt ansehen möchte. Von den größeren Fetttröpfchen ist dies ganz ausgemacht. Dasselbe gilt von den Pigmentpartikelchen, die ich nur in den Drüsen, besonders in den Bronchialdrüsen gefunden habe.

---

[1]) Das Leben des Blutes. Würzburg, 1842. S. 6 u. 81.

Hewson behauptete, daß die Lymphkörperchen in Wasser löslich seien; die neueren Beobachter bewiesen aber, daß das Wasser sie wenig verändert, und nur die Körner um den Kern deutlicher hervortreten macht. Dieser Kern ist einfach, zuweilen mit einem eentralen Fleck oder auch unvollkommen getheilt. Seine Größe beträgt nach J. Vogel 0,0014 bis 0,002''', nach Henle 0,0012 bis 0,002'''. Ich fand, daß die aus den Drüsen genommenen Körperchen theils größer, theils kleiner werden. Dies ist bei den dunkleren, jenes bei den blasseren der Fall, und zwar, glaube ich, entsteht die Vergrößerung größtentheils dadurch, daß die Kügelchen platter werden. Doch sieht man zuweilen ein deutliches Aufquellen der Hüllensubstanz. Die aus den Lymphgefäßstämmen der Kaninchen entnommenen Körperchen nahmen um $1/8$ bis $1/5$ ihres Durchmessers an Umfang zu. Die Kügelchen der Milzlymphe verändern sich zum Theil nur wenig durch Wasser, zum Theil zeigen sie eine große blasse Hülle von 0,005 bis 0,0065''', zum Theil zerfallen sie rasch in feine Körner. Die Lymphkörperchen der Amphibien ließen im Wasser zum Theil ebenfalls Körner und Kerne (1 bis 2) deutlicher als vorher erkennen; allmälig zertheilten sie sich in Körner, von denen die größten 0,003''', die meisten nur 0,0014 bis 0,0017''' maßen.

Wie die Essigsäure auf das Lymphkörperchen einwirkt, hat zuerst R. Wagner angegeben. Es trennt sich in dem stärker granulirt gewordenen Körperchen eine Art von Kern von der durchsichtigern Hülle. Vogel und Henle beobachteten dieselbe Erscheinung, nur mit dem Unterschiede, daß Ersterer den Kern als einfach angiebt, und Letzterer behauptet, der Kern zerfalle in 2 bis 3 runde Körperchen. Mir ist es nicht möglich gewesen, bei allen, wenn auch bei den meisten Lymphkügelchen nach Zusatz der Essigsäure eine Hülle um den Kern zu unterscheiden, und wo dies der Fall war, zeigte sich der Kern einfach, nur selten mehrfach. Nimmt man auch darauf Rücksicht, daß man nicht stets die Säure in derselben Stärke auf die Lymphkörperchen einwirken lassen kann, daß ferner die Beobachtung nicht immer nach derselben Dauer der Einwirkung geschieht, so bleibt es dennoch keinem Zweifel unterworfen, daß nicht alle Lymphkörperchen auf dieselbe Weise von der Säure verändert werden. Ich rede hier nicht von den aus den Drüsen genommenen Körperchen, die mit den Parenchymzellen vermengt sind, sehe demnach von meinen früheren Untersuchungen ganz ab, sondern beziehe mich nur auf die erst vor Kurzem von mir mit der Lymphe aus den Gefäßen des Beckens von Kaninchen und der Milz von Ochsen angestellten. Bei einem Theile der Lymphkörperchen, namentlich bei den aus den Lymphgefäßen der Kaninchen entnommenen, ist die Trennung in Hülle und Kern unverkennbar. Entweder erscheint jene sehr deutlich und größer oder kleiner und weniger deutlich nach außen abgegrenzt, daher bei der Berührung von zwei Körperchen am klarsten nachweisbar. Der Kern in den Körperchen der erstern Varietät ist meist blaß und klein, und schließt zuweilen ein Kernkörperchen ein; der Kern in den größeren Kügelchen der zweiten Varietät ist fein granulirt, nicht sehr scharf umschrieben, in den kleineren, d. h. in den mit weniger schleimiger Hülle versehenen dunkel und weniger granulirt. Zuweilen, jedoch selten kommt ein Kern zum Vorschein, der aussieht, als bestehe er aus einem Haufen lose zusammengehäufter Körperchen. Oft hat er eine bohnen- oder nierenförmige Gestalt. Mehrfach deutliche von einander isolirte Kerne sind mir nirgends anderswo aufgefallen als in der Milzlymphe eines kurz vorher reichlich mit Milch genährten Kalbes. — Der Umfang der Hülle ist im Durchschnitt 0,004''' (0,003 bis 0,005'''). Bei einzelnen beträgt der Durchmesser

auch selbst noch mehr als die angegebene höchste Zahl. Der Kern kommt an Größe den hülleloſen Lymphkörperchen fast ganz gleich. — Der andere Theil der mit Essigsäure behandelten Lymphkörperchen läßt weder Hülle noch Ueberzug erkennen. Die erlittene Veränderung besteht erstens darin, daß entweder die Körner an der Peripherie stärker hervortreten, oder daß die ziemlich glatte und deutlichere Contour der dunkleren, wenig granulirten Körperchen, schärfer abgegrenzt erscheint, und zweitens, daß der Durchmesser etwas verkleinert ist. Als die mittlere Größe bei kurzer Anwendung verdünnter Essigsäure stellt sich heraus 0,002 bis 0,0022''' (0,0011 bis 0,003''') und in näheren Grenzen 0,0017 bis 0,0025'''. Bei längerer Einwirkung erfolgt stärkere Verkleinerung bis zu einem mittlern Durchmesser von 0,0016 bis 0,0018'''. Wo mehrere kleine Kerne zu einem größern vereinigt sind, haben jene einen Durchmesser von 0,00075 bis 0,0012'''. Bei Vergleichung des mittlern Durchmessers der unveränderten Lymphkörperchen mit dem der Kerne und hüllenlosen Lymphkörperchen nach Einwirkung der Essigsäure habe ich nicht immer eine gleiche Differenz gefunden, bald nur eine Abnahme um $1/_{30}$ oder $1/_{20}$, und bald auch um $1/_{10}$ und selbst um $1/_{5}$ des Durchmessers. Es hat sich aus diesen vielfältigen Messungen bis jetzt noch nicht eine allgemeine Regel, nach der etwa der Verlust bei den Körperchen der Gefäße des Beckens, der Milz oder der Drüsen ein verschiedener wäre, herausgestellt. Ich habe schon gesagt, weßhalb das Resultat dieser Untersuchung schwankend ist. Nur die eine Beobachtung fand sich immer bestätigt, daß da, wo der mittlere Durchmesser der Lymphkörperchen schon vorher verhältnißmäßig klein war, der Verlust durch Essigsäure am wenigsten betrug. Je größer das Lymphkörperchen also ist, desto mehr beträgt sein Gehalt an Hüllensubstanz, welche durch Essigsäure hervortritt. — Was nun diejenigen Körperchen anbelangt, welche sich verkleinern, ohne Hüllensubstanz zu zeigen, so entsteht die Frage, ob diese, freilich nur geringe Größenabnahme durch Auflösung der Hülle oder durch Zusammenschrumpfen geschehe. Da die sichtbare Hülle der mit Essigsäure behandelten Lymphkörperchen nach und nach durch die auflösende Wirkung des Mediums verschwinden kann, so daß ein etwas verkleinertes Körperchen übrig bleibt, an dem man von der frühern Hülle nichts mehr wahrnimmt, so ist der erstere Weg der Verkleinerung wenigstens für einen Theil der nicht mit einem schleimigen Hofe versehenen sehr wahrscheinlich. Freilich muß die Auflösung sehr rasch geschehen. Zieht man die Beobachtung uber die Wirkung der Essigsäure auf die elliptischen Blutkörperchen, welche sich zusammenziehn, ohne ihre Umgrenzungshaut zu verlieren, in Erwägung, so erscheint aber auch der zweite Weg der Verkleinerung für die Lymphkörperchen nicht unmöglich. Indem sich die Kernsubstanz zusammenzöge, könnte eine Flüssigkeit austreten, durch deren Verlust der Durchmesser der Körperchen etwas abnimmt. Die körnige Oberfläche, welche bei manchen hüllenlosen Lymphkörperchen so rasch in der Essigsäure zum Vorschein kommt, würde auf diese Weise sehr gut erklärt. — Außer den beiden so eben beschriebenen Arten von Körperchen finden sich hin und wieder noch einzelne von diesen verschiedene. Zu diesen gehören solche, besonders in der Milzlymphe der Kälber vorkommende, welche bei der Einwirkung der Essigsäure in viele kleine Körnchen zerfallen, so wie andere kernlose, welche als eine blasse, wenig körnige Kugel sich darstellen, oder nur an einer Stelle der äußern Substanz einen Haufen Körner besitzen (diese Lymphe war aus der Milz eines Ochsen und vorher mit Wasser behandelt worden), und endlich noch große, blasse, welche mehre zerstreut liegende kleine Kerne enthalten. Da es der Fall sein konnte, daß unter diesen von mir beobachteten seltenen Formen einzelne Körperchen sich befänden, die nicht

von der Lymphe, sondern von dem Epitelialüberzuge der Milz herstammten, so kann ich auf diese abweichende Formen keinen großen Werth legen.

Bei den Batrachiern kommt durch Essigsäure in den Lymphkörperchen überall ein von einer blassen Hülle umgebener verhältnißmäßig sehr großer Kern zum Vorschein, der wegen der Aufhellung jener viel deutlicher als in bloßem Wasser ist. Die Hülle verkleinert sich etwas, entweder durch Einschrumpfung oder durch Auflösung. In einzelnen wenigen findet eine gänzliche Auflösung der Hüllen Statt.

Schwefelsäure giebt den Körperchen eine schärfere Begrenzung.

Die Alkalien, besonders das kaustische Ammoniak, verwandeln die Lymphe in eine schleimige Gallerte, in welcher die Kerne oder Rudimente derselben noch erkannt werden. Durch eine schwache Lösung des Aetzammoniaks werden die Kügelchen anfangs ganz feinkörnig und blaß, und schwellen etwas an; später lösen sie sich auf, und die Kernsubstanz zerfällt in mehrere kleine Stücke. Diese wird im Ganzen durch die Alkalien weit mehr angegriffen als durch Essigsäure.

Auch die alkalischen Salze wirken lösend auf die Lymphkörperchen ein. So ist das Aufquellen der Hüllen, die in diesem schleimigen Zustande dann an einander kleben, besonders deutlich bei der Anwendung des Salmiaks zu sehen. Auch Kochsalz, wenn es sehr concentrirt ist, bringt dies hervor; die Hülle lös't es schon in schwächerm Grade der Beimischung auf.

Aether verändert die Kügelchen sehr wenig. Nach Wagner wird durch ihn der Kern deutlicher. Auch die freien Zellenkerne werden durch Aether nicht gelös't. Nach C. H. Schultz sollen die größten Lymphkörperchen völlig in Aether löslich sein.

Jodine färbt die Lymphkügelchen dunkler, jedoch nicht so stark, daß nicht der Kern, wenn er vorher sichtbar gewesen, unkenntlich würde. —

Als Resultat dieser mikroskopischen Messungen und Prüfungen durch chemische Reagentien heben wir zuvörderst hervor die Verschiedenheit unter den einzelnen Lymphkörperchen und die Zusammensetzung derselben aus verschiedenen Substanzen.

Die gewöhnlichste Art der Lymphkörperchen ist die dunklere. Von ihr lassen sich drei Varietäten unterscheiden, die auch an Größe von einander abweichen:

a. Die größte Art (bis 0,0036''' und zuweilen selbst darüber) hat wenig Neigung, sich zu gruppiren, ist ziemlich dunkel mit ungleicher Schattirung, zeigt durch Essigsäure einen großen Kern, der mit wenig schleimiger Hülle umgeben ist.

b. Die kleinere Art ist häufig zu kleinen Gruppen (Flocken) vereinigt, scharf umschrieben, verliert durch Essigsäure wenig und zeigt nicht überall einen schleimigen Hof, sondern zuweilen bloß einen mit dunkelen Körperchen am Rande versehenen oder dunkeln, wenig granulirten Kern.

c. An diese Art reihen sich die noch kleineren dunkelen Körperchen an, die nicht immer von kugeliger Gestalt sind und durch schwache Essigsäure nichts verlieren und keine Hülle zeigen.

Die blasseren Körperchen bilden keine solche Reihenfolge wie die dunkelen. Sie sind auch zum Theil so selten, daß man sie für unwesentlich, entweder für von außen beigemischte fremdartige oder für andere, auf nicht gewöhnliche Weise gebildete Lymphkörperchen ansehen könnte.

d. Große Kugeln, welche zuweilen von selbst schon einen Kern durchscheinen lassen. Im Wasser werden sie rasch breit, in der Essigsäure zeigen

sie eine große, ziemlich feste Hülle mit einem kleinen Kern. Diese Art schließt sich am ersten an a. an. Die Körperchen, die in einer großen Hülle einen unregelmäßig geformten, gleichsam zerfallenden Kern zeigen, scheinen den Uebergang von a. zu d. zu bilden.

e. Blasse nicht sehr kleine Körperchen, in denen sich kein Kern darstellen läßt. Sie sind selten.

f. Blasse feinkörnige, eben so große, welche schon durch die Einwirkung des Wassers und noch mehr durch die Essigsäure in Körner zerfallen. Auch sie sind selten.

g. Blasse, feinkörnige, kleine, nicht deutlich umschriebene Körperchen, deren Verhalten bei Essigsäure nicht ermittelt ist. Sie sind vielleicht mit f. identisch.

Es ist später unsere Aufgabe, mit Hülfe noch anderer Thatsachen aus dieser Reihe die Entwicklung der Lymphkörperchen zu deduciren.

Die Lymphkörperchen bestehen, wie die angewandten Reagentien darthun, aus mehreren Substanzen, die, mit Ausnahme von einzelnen Fettpartikelchen, niedergeschlagene oder flüssige von dem Niederschlag eingeschlossene Proteinverbindungen sind, denn nur diese weiset die chemische Analyse der ganzen Lymphe nach, und nur aus diesen bestehen alle übrigen jungen Zellen des thierischen Körpers. Die Aehnlichkeit der meisten Lymphkügelchen mit den Zellen der Keimanlage, so wie mit den jungen Epitelialzellen und Exsudatkörperchen, ist manchen Unterschiedes ungeachtet doch ganz unverkennbar. Viele von ihnen enthalten ein ganz deutliches Kernkörperchen, so daß auch dies Kennzeichen noch hinzukommt, um die Lymphkörperchen nach der jetzt gewöhnlichen Terminologie zu Zellen und nicht bloß zu Zellenkernen zu stempeln.

Mit Ausnahme derjenigen nicht streng nachgewiesenen Hüllensubstanz, die im Wasser schon lösbar ist, finden wir erstens eine, die in schwacher Essigsäure sich rasch löset, zweitens eine, die in derselben schleimig wird, und drittens eine, welche in derselben nur durchscheinend wird. Da die zweite sich auch allmälig löset und die dritte der concentrirten auch nicht widersteht, so ist der Unterschied in der Lösbarkeit nur ein gradueller. Die erstere Substanz mit Inbegriff der schon im Wasser löslichen läßt sich dem durch Eindampfen verdichteten Eiweiß, die zweite dem eingetrockneten und durch Auswaschen seiner Salze beraubten Eiweiß, die dritte dem venösen Faserstoff gleichstellen. Der Kern enthält auch zu einem Theil diese letztere Substanz, zu dem andern aber arteriellen Faserstoff (Bioxyd des Proteins), der sich auch in concentrirter Essigsäure nicht löset, und außerdem einige Körnchen, die dem Hornstoff gleichen, nebst einigen Fettpartikelchen. Da der Kern in schwacher Essigsäure dunkeler wird, in concentrirter sich zum Theil löset, so wäre es möglich, daß der lösliche Theil vorher nicht schon geronnen, also kein venöser Faserstoff wäre, sondern flüssiges Casein oder ein Alkalialbuminat, wie eine solche Substanz in dem Blutserum mehr oder weniger sich findet, welche durch einen kleinen Zusatz von Essigsäure zu Boden fällt, durch noch stärkeren sich aber wieder löset.

Es wäre für die Theorie von der Entwicklung und Ausbildung der Lymphkörperchen sehr wichtig, wenn sich bestimmte Verschiedenheiten derselben je nach dem Orte, wo jene gefunden worden, herausstellten; indessen will es bis jetzt nicht gelingen, auffallende Unterschiede in dieser Beziehung zu entdecken. Die Entscheidung wird dadurch so sehr erschwert, daß in jeder Lymphe, mag man sie hernehmen, wo man will, stets verschiedene Arten von Körperchen vorkommen, und es könnte also nur das numerische Verhältniß,

das sehr schwer festzustellen ist, hier von Gewicht sein. Wenn ich die Durchschnittszahlen mit einander vergleiche, so finde ich weder in der Größe vor der Verkleinerung der Körperchen durch Essigsäure, noch nachher einen Unterschied zwischen den Kügelchen der Milzlymphe und der anderen Lymphgefäße. Einigemal hat es mir scheinen wollen, als ob beim Kalbe unter den aus den Lymphgefäßen der Milz entnommenen eine größere Zahl solcher sich befände, die im Wasser zerfallen, als ob also ihr Bau lockerer sei als der der übrigen, so wie daß unter ihnen auch einige vorkommen; welche mehrfache, deutlich von einander getrennte Kerne besitzen. — In den Drüsen derselben Thierart ferner fand ich fast immer dieselbe Mittelzahl der Durchmesser, während in den Körperchen der Lymphgefäße jenseits der Drüsen und in denen der Milz ein größerer Wechsel stattfand. So war bei den Lymphkörperchen aus den Drüsen der Kaninchen das eine Mal die Mittelzahl 0,00235''', das andere Mal 0,00237''', bei den Ochsen das eine Mal 0,00217''', das andere Mal 0,00222'''. Bei diesen Messungen suchte ich die Parenchymzellen, so viel als möglich war, auszuschließen. Im Ganzen dürften wohl die Körperchen der Gefäße um ein Geringes die der Drüsen übertreffen. Die feine, zarte, nach der Einwirkung der Essigsäure zum Vorschein kommende Hülle findet sich ferner sowohl seltener, als auch im geringern Umfange bei den aus den Drüsen erhaltenen Körperchen. Und dann scheint mir auch die Verschiedenheit der einzelnen Arten weniger stark hervorzutreten in diesen als in den aus den Gefäßen genommenen.

Will man die Lymphkörperchen der Drüsen untersuchen, so muß man stets berücksichtigen, daß die zuerst von Henle beschriebenen Parenchymzellen sich sehr leicht jenen beimischen, selbst auch dann, wenn man nur den auf einen Einschnitt in die Drüsen von selbst ausfließenden Saft auffängt. Denn obgleich sie unter sich zusammenhängen und sich in den Flocken der Flüssigkeit vorfinden, so können sie sich auch einzeln in großer Menge der Lymphe beimengen. Nach Henle [1]) unterscheiden sich die Parenchymzellen von den eigentlichen Lymphkörperchen dadurch, daß sie 0,0015 bis 0,002''' im Durchmesser haben, einen dunkeln punktförmigen Fleck in der Mitte und eine etwas höckerige Oberfläche besitzen, zuweilen von einer blassen und engen Hülle umgeben sind und sich in Essigsäure unverändert erhalten. Obgleich ich mich nun vielfach angestrengt habe, beide Arten von Kügelchen auf den ersten Blick unterscheiden zu lernen, so muß ich dennoch gestehen, daß ich diese Uebung nicht habe erlangen können. Allerdings giebt es Lymphkörperchen, die man sogleich als solche an ihrer dunkeln Beschaffenheit wiedererkennt; aber bei anderen ist die Aehnlichkeit so groß, daß eine Unterscheidung nicht möglich ist, und es scheint fast, als ob die Lymphe stets eine Zahl von Körperchen enthalte, welche den Parenchymzellen vollkommen gleichen. Ich will versuchen, hier die Unterschiede zwischen beiden Körperchen, so wie ich solche erkannt habe, anzudeuten: 1) Die Parenchymzellen geben ein etwas größeres Mittel für den Durchmesser, als die in den Drüsen befindlichen Lymphkörperchen, obgleich die Mehrzahl jener kleiner ist als die größere Art von diesen. Da erstere aber von gleichmäßiger Größe sind, unter letzteren aber auch viele kleine (sogenannte) Kerne sich befinden, so wird die Durchschnittszahl der Größe für jene etwas höher. 2) Die Parenchymzellen sind alle viel blasser als die dunklere Art der Lymphkörperchen, wenn auch unter ihnen blassere und dunklere unterschieden werden können. Daß sie weniger feste

[1]) Allgmeine Anatomie. Leipzig, 1841, S. 554.

Substanz besitzen, geht daraus hervor, daß sie beim Eintrocknen ganz blaß werden und fast gänzlich verschwinden. 3) Im Wasser quellen sie stärker auf. In der Essigsäure werden sie gerade so wie die Lymphkörperchen noch bestimmter begrenzt, aber lange nicht so dunkel wie die Lymphkügelchen; sie verlieren viel weniger darin und zeigen niemals einen durchsichtigen oder durchscheinenden Hof. Während die verkleinerten Lymphkörperchen schärfer umschrieben und gleichmäßiger gefärbt erscheinen als vorher, ist dies bei den Parenchymzellen viel weniger der Fall. Je nachdem man sie in dem Brennpunkte des Mikroskops ganz unbeträchtlich wenig auf und niederbewegt, sieht man entweder in ihrer Mitte ein dunkeles Körnchen oder einen höckerigen Rand. In einer Salpeterlösung quellen sie rasch auf und lösen sich in ihr vollständiger als die Lymphkörperchen. Daß sie durch Aetzammoniak in eine dicke, gallertartige schleimige Masse sich verwandeln, kann kein Unterscheidungsmerkmal abgeben, da diese Erscheinung davon abhängt, daß sie größtentheils durch ein zähes Bindemittel zu Haufen vereinigt zur Untersuchung kommen, die Lymphkörperchen aber nie in so großer Menge zusammengehäuft sind, sonst würden auch sie sicher einen ähnlichen Schleim bilden.

Außer den Parenchymzellen haben auch die Chyluskörperchen und die Eiterkügelchen große Aehnlichkeit mit den Lymphkörperchen. Erstere vermischen sich mit diesen im Brustgange und treten zugleich in das Blut ein, dessen farblose Kügelchen sie bilden. So verschieden auch die Flüssigkeit ist, aus welcher beide Arten von Körperchen ihren Ursprung nehmen, so sind doch die Entstehungsweise und die weitere Entwicklung bei beiden gleich. Die Frage, welche Unterschiede zwischen ihnen bemerkbar sind, hat, wie wir noch später sehen werden, ein mehrfaches Interesse und darf hier nicht übergangen werden. Ich habe früher, als ich hauptsächlich die Körperchen der Mesenterial- und Lymphdrüsen mit einander verglich, folgende Unterschiede angegeben: 1) Im Chylus herrschen die dunkleren Körperchen mehr vor als in der Lymphe, und überhaupt sind die Chyluskörperchen etwas dunkler, als die Lymphkörperchen. 2) Der Unterschied in der Größe zwischen dem Mittelschlag der Kügelchen beider Säfte ist gering, aber immer noch beachtenswerth, besonders bei den Kälbern. Im Ganzen verhält sich der mittlere Durchmesser der Lymphkörperchen zu dem der Chyluskörperchen wie 10 : 11. 3) Unter der Zahl der letzteren giebt es viel kleinere und größere als unter den Lymphkörperchen. 4) Die Chyluskörperchen schwellen im Wasser weniger stark an und vereinigen sich in diesem Medium schnell zu Haufen. 5) Durch Einwirkung der Essigsäure zeigen sich weit mehr mit Hüllen versehene Körperchen in der Lymphe als im Chylus. Bei den in dieser Flüssigkeit enthaltenen ist die Hülle schneller löslich, der Kern aber desto weniger. Die durchschnittliche Größe bei den Körperchen beider Arten nach Einwirkung der genannten Säure ist ganz gleich. 6) Nach dem Eintrocknen erscheinen die Chyluskörperchen dunkeler als die Lymphkörperchen.

Bei der jetzigen Wiederholung einer vergleichenden Untersuchung beider Arten von Körperchen habe ich nur die Flüssigkeit aus den Gefäßen oberhalb der Mesenterial- und Leistendrüsen bei Kaninchen berücksichtigt. Es bestätigte sich die Behauptung, daß der Unterschied ein unbeträchtlicher ist, und daß in der Lymphe selten nur so sehr große Körperchen sich finden als im Chylus. In diesem traf ich Haufen von blassen Kugeln, mit einem Durchmesser von 0,003 bis 0,006‴ und selbst 0,0065‴ (aber niemals von 0,002$^{m.}$ = 0,009‴, wie G r u b y und D e l a f o n d angeben); daher denn der mittlere Durchmesser etwas beträchtlicher für die Chyluskörperchen ausfällt.

Diese sind ferner weniger regelmäßig gestaltet, haften mehr an dem Boden der Glastafel und gruppiren sich weniger leicht. Uebrigens findet sich unter ihnen sowohl die dunklere wie die blassere Varietät der Körperchen, gerade so wie unter den Lymphkügelchen. Die Essigsäure wirkt auf beide Arten von Körperchen fast gleich ein, und dieselben Verschiedenheiten, wie ich solche bei den Lymphkörperchen beschrieben habe, kommen auch in dem mit Essigsäure vermischten Chylus zum Vorschein, nur sind die mit Hüllen versehenen hier viel seltener, und die hüllenlosen Kerne zum Theil kleiner und größer als dort. Die größere Art der Lymphkörperchen scheint mir verhältnißmäßig mehr, die kleinere dagegen weniger zu verlieren als die entsprechenden Arten der Chyluskügelchen.

Im Blute der Menschen und aller Thiere kreisen farblose Kügelchen, welche wenigstens größtentheils, wenn nicht lediglich, den Inhalt des Brustgangs gebildet haben. Bald finden sie sich in größerer, bald in geringerer Menge wieder, und es giebt Krankheitszustände, in denen der Reichthum des Blutes an denselben höchst auffallend ist. In ihrer Größe, Durchsichtigkeit und übrigen Beschaffenheit gleichen sie sich keineswegs überall; es kommen in Krankheiten Abweichungen in dieser Beziehung vor, die mehr oder weniger alle Körperchen ergreifen. In dem normalen Zustande, in welchem man bei Thieren zuweilen äußerst wenige antrifft, sind diese Kügelchen eben so wenig alle einander gleich, als dies bei den Lymph- oder Chyluskügelchen der Fall ist. Um sie in ihrer natürlichen Beschaffenheit zu sehen, darf man das Blut nur mit Serum verdünnen. Obgleich die Breite, zwischen welcher die Größe ihres Durchmessers schwankt (von 0,0012 bis 0,0048‴), dieselbe wie bei den Lymphkörperchen ist, so fällt doch das Mittel viel höher aus. Ich habe schon früher an einem andern Orte das Größenverhältniß zwischen den farblosen Körperchen der Lymphe, des Chylus und des Blutes so bestimmt = 100 : 110 : 135. Freilich bezogen sich diese Messungen auf die Körperchen der Drüsen, jedoch würde auch bei der Benutzung meiner neueren Messungen der Körperchen der Lymph- und Chylusgefäße das Zahlenverhältniß fast ganz dasselbe bleiben. Bei den meisten Haussäugethieren belief sich die durchschnittliche Größe der farblosen Blutkügelchen auf 0,0027 — 0,0032‴. Oft gewann ich auch selbst eine noch höhere Mittelzahl, namentlich bei Kälbern, Hunden und Katzen. Auch war dies bei Menschen der Fall. Hier kommen Kügelchen von 0,0045‴ Durchmesser vor. Die dunklere, bei weitem vorherrschende, scharf umschriebene Art ist durchschnittlich die größere; doch giebt es seltene blassere, undeutlich begrenzte, welche die größten jener Art noch übertreffen. Bemerkenswerth ist, daß einige, der dunklern Art angehörige in der Mitte Flecken besitzen, deren Farbe in's Röthliche spielt. Ein leichtes und sehr deutliches Zerfallen in Hülle und in Kern durch Essigsäure, zuweilen schon durch Wasser, zeichnet die Mehrzahl der farblosen Körperchen des Blutes vor denen des Chylus und der Lymphe aus. Die Hülle ist verhältnißmäßig groß und scheint von festerer Beschaffenheit als in den Lymphkörperchen der Drüsen zu sein. Der Kern ist nicht so rund, sondern eckig, bohnenförmig oder gekerbt, wie aus zwei neben oder über einander gelagerten Körnern zusammengesetzt, zuweilen deutlich aus zwei bis drei Stücken gebildet. Dann giebt es auch Kerne, welche einen mittlern Eindruck zu haben scheinen, andere, die einen röthlichen Schein besitzen. Die mittlere Größe der Kerne dieser Körperchen ist geringer als die der Körperchen der Lymphe. Nur sehr selten sind mir Kerne vorgekommen, die aus zwei oder drei durch einen Zwischenraum getrennten Körnern be-

standen. Am deutlichsten sah ich dies im Blute eines Kalbes, welches 24 Stunden gehungert hatte. Wo der Kern nur ein einziger war, betrug er 0,002 bis 0,0024''' im Durchmesser; die getrennten Kerne waren länglich 0,0012 bis 0,0014''' lang und 0,0006 bis 0,0008''' breit. Dann kommen auch bei trächtigen Hunden, wo überhaupt mit Zunahme der Wässerigkeit des Blutes sowohl die Zahl der Lymphkörperchen im Blute, als die Mannichfaltigkeit der Arten sehr zunimmt, einzelne farblose Körperchen mit zwei getrennten Kernen vor. Bei schwangeren Frauen habe ich diese Beobachtung nicht bestätigt gefunden, obgleich auch hier die Zahl der farblosen Kügelchen, besonders der unvollständig ausgebildeten sehr groß ist; so wie auch nicht im Blute kranker Menschen dergleichen farblose Kügelchen, in denen die Essigsäure mehrfache getrennte Kerne zum Vorschein brachte, von mir beobachtet sind. — Außer den kernhaltigen Körperchen enthält das Blut noch viele, welche bloß zerstreute Körner einschließen, in welche sie leicht bei Einwirkung der Essigsäure und selbst schon des Wassers zerfallen. Dies letztere sah ich namentlich bei dem Blute an Lungenentzündung erkrankter Menschen, das ganz erstaunend reich an farblosen Kügelchen von 0,003 bis 0,0036''' war. — Die Körner maßen 0,0003''' und selbst noch weniger, viele dagegen 0,0006'''. Nahe verwandt ist mit dieser Art der farblosen Kügelchen wahrscheinlich auch die blasse feinkörnige, unregelmäßig gestaltete, welche durch Essigsäure fast gar nicht verändert wird. Auch sie gehört vorzugsweise dem kranken Blute an.

Noch ehe die Anwesenheit der farblosen Körperchen im Blute die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, war schon sehr häufig von dem Vorkommen von Eiter im Blute die Rede gewesen. Man vermuthete nicht allein den Eintritt des Eiters in das Blut aus den Symptomen der Krankheit und aus den nach dem Tode aufgefundenen, sogenannten secundären Abscessen mit der größten Bestimmtheit, sondern glaubte auch, den Eiter als eine breiige gelblichweiße Masse in den Herzhöhlen wiedergefunden zu haben. Hätten jedoch die Beobachter sich die Mühe gegeben, diese Masse mikroskopisch zu untersuchen, so würden sie keine Eiterkörperchen in derselben gefunden haben, sondern nur eine feinkörnige Substanz. Die neuere humoralpathologische Schule Frankreichs führt das Wort »Eiterdyskrasie« und »Pyohaemie« sehr häufig im Munde und zweifelt nicht daran, daß ohne alle Entzündung das Blut sich in Eiter umwandeln könne, was nach Tessier auch selbst noch nach dem Tode geschehen soll. — Als nun verschiedene Aerzte, unbekannt mit der physiologischen Beschaffenheit des Blutes, dasselbe mikroskopisch zu betrachten anfingen, wurden von ihnen die farblosen Körperchen nicht selten für Eiterkörperchen gehalten. Doch auch Andere, die wohl vertraut sind mit mikroskopischen Untersuchungen, reden von der Anwesenheit der Eiterkörperchen im Blute. Dies veranlaßt mich nun, der Untersuchung, welcher Unterschied zwischen den Eiterkügelchen und den farblosen Körperchen der Lymphe und des Blutes existire, eine größere Ausdehnung zu geben, als ihr sonst wohl an diesem Orte zuzugestehen wäre. Ich habe zu wiederholten Malen diesen Gegenstand in's Auge gefaßt, und deßhalb 1) bei Menschen die farblosen Körperchen des gesunden Blutes mit denen des Hauteiters und eiterähnlichen Schleims, 2) bei Kaninchen die der Gefäßlymphe mit denen des Eiters geschlossener Abscesse, 3) bei Hunden die der Drüsenlymphe mit denen des Wundeiters, und 4) bei Ochsen dieselben mit den in einem Eitersacke der Lungen eingeschlossenen verglichen. Es stellten sich folgende Unterschiede heraus:

1) Bei gutem Zellgewebseiter sind fast alle Körperchen von einer Art, von ziemlich derselben Größe und anderweitigen Beschaffenheit; doch kommen auch hier Abweichungen von der durch die Mehrzahl bestimmten Norm vor. Je weniger gleichmäßig, dickflüssig und weißgelblich diese Flüssigkeit ist, desto größer ist die Verschiedenheit unter den Körperchen; und zwar beziehen sich diese Unterschiede auf dieselben Verhältnisse wie bei den Lymphkörperchen, namentlich auf die Größe und Regelmäßigkeit der Gestalt, auf die Helligkeit und den Gehalt von Kernen und Körnchen. Indessen läßt sich gar nicht in Abrede stellen, daß diese Unterschiede von noch viel größerem Belang bei den Lymphkörperchen sind. — Bei der hier anzustellenden Vergleichung wird natürlich vorzugsweise die vollständigste Form beider Arten von Körperchen in's Auge gefaßt und diejenige Form berücksichtigt, welche zur Verwechselung am geeignetsten ist.

2) Sehr wichtig ist der Unterschied, daß die Eiterkörperchen dunkler sind, also stärker markirte Contouren besitzen. Die dunkelste, am schärfsten begrenzte Art der Lymphkörperchen, wie sie im Blute vorkommt, zeichnet sich immer doch durch ihre Helligkeit vor den vollkommenen Eiterkörperchen aus. Wenn der Eiter aus sehr blassen Kügelchen besteht, wie z. B. der skrophulöse Eiter bei hektischem Fieber, dann sind die Körperchen auch in anderer Beziehung fern von dem höchsten Grade ihrer Vollkommenheit und bieten namentlich nur undeutlich begrenzte Umrisse dar.

3) Die im Blute befindlichen Lymphkörperchen scheinen eine ziemlich glatte Oberfläche zu besitzen; sie zeigen zwar einen Wechsel von lichten und dunkleren Stellen, enthalten auch wohl feine dunklere Körnchen, haben aber nicht jene körnige Oberfläche wie die Eiterkörperchen. Es kann uns einerlei sein, ob die Körner, wie man behauptet hat, erst von außen an die Oberfläche der Eiterkörperchen sich angelegt haben, oder ob sie integrirende Theile derselben sind, wenn nur die körnige Oberfläche für die Eiterkörperchen als charakteristisch angesehen werden kann. Es giebt zwar auch unter den farblosen Kügelchen einige mit höckeriger Oberfläche, allein die so beschaffenen sind sehr blaß, in der Regel klein und kernlos.

4) Im Ganzen besitzen die Eiterkörperchen eine viel vollkommnere sphärische Gestalt als die Lymphkügelchen.

5) J. Vogel, Gulliver und Gluge finden mit Recht in der Größe einen Unterschied zwischen den Körperchen beider Art, denn in der Regel übertreffen die Eiterkörperchen die Lymphkügelchen an Größe. Doch giebt es auch vollständig ausgebildeten Eiter mit Kügelchen von nur 0,0024''', und farblose Kügelchen im Blute der Menschen von 0,0036'''. Diese Größe ist indessen die gewöhnliche für die Eiterkörperchen der Menschen. Bei diesen, so wie bei denen von Ochsen und Hunden, war die mittlere Größe aus sehr zahlreichen Messungen 0,0036''' (0,003 bis 0,0042'''), wenn man die kleineren, meist hüllenlosen, von einer Größe von 0,0018''' ungefähr anfangend, ausschließt. Bei Kaninchen betrug die mittlere Größe 0,00335'''. Die mittlere Größe der im Blute befindlichen farblosen Kügelchen ist aber, wie vorher angegeben, bei den genannten Thierarten 0,0027 bis 0,0032''', wobei ich indessen bemerken muß, daß ich auch einzelne von 0,0036''' im Blute der Ochsen, von 0,00335''' im Blute der Hunde und Kaninchen gefunden habe. — Daß die Körperchen in der Lymphe, zumal die aus den Drüsen erhaltenen, einen noch geringern Durchmesser haben, ist oben mitgetheilt worden. Die Eiterkörperchen sind um die Hälfte größer als diese.

6) Die Einwirkung des Wassers auf die Eiterkörperchen ist sehr ver-

schieden, je nachdem dieselben ganz frisch gebildet oder schon ältern Ursprungs sind. Was Henle bemerkt, daß in den frischen Eiterkörperchen ein Kern sichtbar wird, habe ich nicht nur vollständig bestätigt gefunden, sondern auch mehrmals beobachtet, daß die Hülle aufgelös't wurde. Hat dagegen der Eiter schon einige Zeit gestockt, so verändert das Wasser die Körperchen äußerst wenig, viel weniger als die der Lymphe. Von diesen verhält sich ein Theil wie die ganz frischen Eiterkörperchen, die übrigen, falls sie nicht bloß aus Kernsubstanz bestehen, werden, indem sie sich zu Boden legen, um ein Beträchtliches breiter.

7) Es ist schon von Henle, J. Vogel und Schwann als ein Hauptunterschied der beiden in Rede stehenden Kügelchen angegeben worden, daß die des Eiters mehrfache Kerne, die der Lymphe nur einen einfachen zeigen, falls die Hülle durch Essigsäure, was in einigen Fällen auch durch Wasser geschieht, durchsichtig gemacht wird. Allerdings ist es im Allgemeinen wahr, daß die ersteren zwei bis vier getrennte, einander an Gestalt und Größe gleiche Kerne enthalten, — so viel finden sich im Zellgewebseiter von Menschen und Thieren, im Hauteiter bei Vesicatoren und auch zuweilen im gelben katarrhalischen Auswurf —, und allerdings haben wir oben diese Behauptung bei den Lymphkügelchen bestätigt gesehen, indessen giebt es doch gewisse Ausnahmen und Beschränkungen, die noch einer nähern Erörterung werth sind.

Erstens, was die Eiterkügelchen anbelangt, so wechselt der Grad der Concentration der Säure, welcher zum Zerfallen des Kerns erforderlich ist, bei den verschiedenen Eiterarten. Eine sehr verdünnte Säure kann im Stande sein, die Trennung in Hülle und Kern recht deutlich zu bewirken, aber spaltet noch nicht den Kern. In manchen Fällen ist hierzu die stärkste Säure erforderlich. So z. B. bei den von gereizten Schleimhäuten abgesonderten Körperchen, wenn wir anders dieselben für identisch mit Eiterkörperchen halten, in denen nicht zwei bis vier getrennte Kerne wie im Zellgewebseiter zum Vorschein kommen, sondern ein dichter Haufen Kerne, deren Umrisse oft so deutlich sind, daß sich die Zahl der Körner (2, 3 bis 4) bestimmen läßt. Es mögen diese Kerne nach und nach durch concentrirte Essigsäure in zwei oder drei kleinere auseinandergehen, aber auf keinen Fall ist dies Verhalten dem derjenigen Eiterkörperchen ganz gleich, in denen sogleich nach Anwendung von mäßig verdünnter Essigsäure sich die Kerne vollständig getrennt darstellen lassen. In der Regel gehen die Kerne in den Körperchen des sogenannten gekochten Schleims noch gar nicht so leicht auseinander, indem die Hülle zu dicht ist und oft die Grenzen zwischen Kernhaufen und Hülle gar nicht scharf bezeichnet sind. Eben so wenig zerfallbar zeigen sich die einfachen Kerne der in den Granulationen eingeschlossenen Kügelchen, welche man früher fälschlich für eingeschlossene Eiterkörperchen gehalten hat, die vielmehr in dieser Beziehung den ganz jungen Epitelialzellen, wie solche Henle beschreibt, gleichen. Mit diesen haben auch die Exsudatkörperchen (in dem Sinne, wie Valentin dies Wort zuerst gebraucht hat, und nicht in dem, welcher jetzt bei den Engländern der gewöhnlichste ist, welche die großen Entzündungskugeln oder Aggregatkörperchen oder Körnerzellen so bezeichnen) große Aehnlichkeit. Ihre Hülle ist sehr leicht löslich, wenn sie überhaupt vorhanden ist, und der Kern zerfällt nicht. Da nun zwischen den von den entzündeten Schleimhäuten gebildeten Körperchen und Eiterkügelchen ein Uebergang existirt, und die ersteren einem Theil der Lymphkügelchen sehr nahe stehen, so müssen auch die Uebergänge von jenen zu diesen den Lymphkörperchen mehr gleichen als die vollständigen Eiterkörperchen.

Gehen wir nun zweitens zu den Lymphkörperchen über, so ist dem zuletzt genannten Physiologen darin durchaus beizustimmen, daß die runden und körnigen Kerne der in den Drüsen befindlichen Lymphkörperchen auch sich später nicht durch die Einwirkung der Essigsäure spalten. Sie verlieren nur, wie ich durch Messung mich überzeugt habe, nach und nach immer mehr an Umfang; doch hat auch diese Verkleinerung ihre Grenze. Anders verhalten sich aber die farblosen Körperchen der Milzlymphe und die des Blutes. In ihnen ist der Kern nicht immer rund, auch sogar nicht immer einfach, sondern entweder mit einem kleinern Körnchen (»Kernkörperchen«) in Verbindung, oder bohnen- oder nierenförmig, oder wie aus zwei oder drei rundlichen Theilen zusammengesetzt und zerfällt bei längerer Einwirkung der Säure noch deutlicher in seine ungleichen Theile. Es ist auch schon oben angeführt, daß zuweilen sogleich bei der Einwirkung der Säure mehrfache (getrennte) Kerne zum Vorschein kommen. — Körperchen, welche bei Anwendung der Essigsäure in einer durchsichtigen Hülle mehre getrennte, kleine Körnchen, welche nicht als Kerne gelten können, zeigen, finden sich sowohl im Eiter wie in der Lymphe. Dort sind sie einfache Entzündungskugeln genannt worden.

Ein Unterschied in der Beschaffenheit der Kerne ist nicht der einzige, welchen die Essigsäure zwischen den Eiter- und Lymphkörperchen herausstellt; auch der die Hülle betreffende ist beachtenswerth. Die der letzteren Körperchen ist viel leichter auflöslich als die der ersteren, und verschwindet zuweilen sogleich spurlos, oder ist wenigstens gewöhnlich nur als ein schleimiger Hof mit Mühe erkennbar. Ist dieser unkenntlich geworden, so läßt er sich nicht mehr durch Zusätze von Jodine oder durch Neutralisirung der Säure wieder zum Vorschein bringen, wie dies bei den Eiterkörperchen gewöhnlich der Fall ist.

8) Der solidere Bau der Eiterkörperchen zeigt sich ganz besonders bei Zusatz von Aetzammoniakflüssigkeit. Während die Lymphkörperchen sogleich aufquellen, blasser und körnig werden, wobei sie zu einer schleimigen Masse zusammenkleben, in feine Partikelchen auseinandergehen, ohne daß eine Trennung von Hülle und Kern beobachtet wird, behalten die Eiterkörperchen längere Zeit ihre frühere Gestalt bei, nehmen zwar ebenfalls an Umfang zu, bleiben aber scharf begrenzt und werden nicht sogleich ganz blaß und schleimig.

9) Jodinetinctur färbt die beiden Arten von Körperchen dunkel, die Eiterkügelchen jedoch mehr als die Lymphkügelchen. In ersteren sind nach der Färbung die Kerne sehr deutlich unterscheidbar.

Wollen wir nun die angegebenen Unterschiede mit kurzen Worten ausdrücken, so könnten wir sagen, daß die Eiterkörperchen eine größere Menge Hüllensubstanz und zwar von einer festern, weniger leicht löslichen Art besitzen, die Lymphkügelchen dagegen mehr, jedoch keineswegs leicht lösbarere, vielmehr aus fester verbundenen Theilen zusammengesetzte Kernsubstanz enthalten. Suchen wir für diese Unterschiede einen chemischen Ausdruck und wählen die nothwendigen Bezeichnungen aus dem lehrreichen Aufsatze von Lehmann und Messerschmidt über den Eiter, so läßt sich behaupten, 1) daß die Lymphkörperchen ein als Hülle zum Vorschein kommendes Eiweiß enthalten, das nicht so salzarm und weniger geronnen ist als das a Fibrin, 2) daß in den Eiterkörperchen dafür desto mehr a Fibrin sich befindet, 3) daß die Lymphkörperchen vermöge ihrer größeren Kerne mehr b Fibrin (venösen Faserstoff) einschließen. — Aus dieser chemischen Zusammensetzung, so wie aus der Aehnlichkeit der Structur mit der der Exsudat-

körperchen geht hervor, daß die Lymphkügelchen einer fernern Umwandlung weit eher fähig sein müssen als die Eiterkörperchen. Ihr ganzer Bau charakterisirt sie, wenn wir uns auf die von Schwann angegebenen Merkmale der Zellennatur eines Körperchens beziehen, als junge, aber vollkommene Zellen, während die Eiterkörperchen viel weniger der Idee einer vollkommenen Zelle entsprechen. Inwiefern diese letztere Behauptung begründet sei, wird sich später Gelegenheit finden, darzuthun.

Hat sich nun aus der obigen Vergleichung der Eiterkörperchen mit den Lymphkörperchen ergeben, daß zwischen beiden, wenn man die vollendetsten Formen betrachtet, ein Unterschied existire, der eine Verwechselung beider unmöglich macht, so hat man sich doch auch überzeugen können, daß es nicht leicht, ja selbst zuweilen unmöglich sein muß, beide Arten von Kügelchen von einander zu unterscheiden. Es ist daher die größte Vorsicht denjenigen Pathologen anzuempfehlen, welche die Anwesenheit des Eiters im kranken Blute darzuthun glauben. Es erregt freilich keinen Verdacht gegen die Richtigkeit der Beobachtung und der Beurtheilung derselben, wenn in denjenigen Krankheiten, in denen eine Venenentzündung nachweisbar oder höchst wahrscheinlich ist, Eiterkörperchen gefunden sein sollen, wohl aber, wenn in anderen Krankheiten die Anwesenheit einer großen Anzahl Eiterkörperchen im Blut behauptet wird, ohne daß die charakteristischen Merkmale der Eiterkörperchen näher angegeben werden. Die Beobachtungen über die Anwesenheit von Eiterkörperchen im Blute sind folgende:

Gluge, dem die Merkmale der Eiterkörperchen so gut wie irgend Einem bekannt sind, versichert, 1) nach großen und tiefen Verletzungen (in denen Venenentzündung sehr häufig den Tod herbeiführt), 2) in der Gebärmutterentzündung, bei welcher gewöhnlich der Eiter in den Venen nachweisbar ist, 3) in der nach dem Aderlaß entstandenen Venenentzündung, 4) in der Lungenschwindsucht und 5) bei einem Mädchen mit Brand der Mandeln, ohne Eiterung und ohne Phlebitis, Eiterkörperchen im Blute angetroffen zu haben. Gulliver wollte anfangs, nachdem ihn die Beobachtung farbloser Kügelchen im Blute der Menschen und Säugethiere überrascht hatte, die Anwesenheit derselben nur für eine krankhafte, die Entzündung und Eiterung begleitende Erscheinung gelten lassen, und nannte diese Kügelchen Eiterkörperchen. Auch nachdem er sich mit Mayo, der dieselbe Ansicht getheilt, überzeugt hatte, daß auch in der Gesundheit farblose Körperchen im Blute der Menschen und Säugethiere gerade so wie bei den kaltblütigen Thieren vorkommen (nach Mayo jedoch nicht bei alten Menschen), und beide erkannt hatten, daß die Eiterkörperchen substanzhaltiger und undurchsichtiger seien, behielten beide den frühern Namen bei. Wenn auch nicht immer, so sollen nach Mayo doch bei innerer Eiterung (bei Pocken, in der Lungenschwindsucht und bei Lendenabsceß) diese Kügelchen häufiger sein als in der Gesundheit. Gulliver hat neuerdings ausführlich die bei Entzündung und Eiterung vorkommende krankhafte Art von farblosen Körperchen im Blute beschrieben, die sich durch ihre etwas beträchtliche Größe auszeichnen, die er früher auf 0,00414''', auf das Doppelte eines Chyluskörperchens, schätze. — Nach Hake enthält das Blut in allen Fällen, wo örtliche Eiterablagerungen vorkommen, Eiterkörperchen; in dem letzten Stadium der Schwindsucht fand er und Carswell sogar das ganze Blut bloß aus Eiter bestehend. Stiebel will Eiterkörperchen immer im Blute angetroffen haben, wo sie im Harn vorkommen. Dann hat auch Fr. Simon in dem Blute aus der entzündeten Vene bei an Phlebitis Verstorbenen Eiterkörperchen gesehen zu haben

behauptet, und seine Angabe mit einer Abbildung begleitet. Unter den Merkmalen, an welchen er dieselben nach Verdünnung des Blutes mit Wasser von den Chyluskörperchen (den gewöhnlichen farblosen Körperchen des Blutes) unterschieden hat, führt er deren größere Bläße und Zusammenhäufung an, ein Vorkommen, welches bei den gewöhnlichen farblosen Körperchen des Blutes nicht stattfinde. In der Regel sind aber die Eiterkörperchen dunkler und die Gruppirung der Lymphkörperchen des Blutes findet bei Vermehrung der Zahl derselben jedesmal Statt. — Ferner ist noch Andral anzuführen, dessen Beobachtungen von Eiterkügelchen im Blute folgende Fälle betreffen: 1) Nervenfieber mit vielfachen Abscessen innerer Organe, 2) Schenkelwunde mit Tod nach drei Tagen, 3) Psoasabsceß mit Phlebitis cruralis und Abscessen in der Lunge, 4) an Krebs Gestorbene. Man könne, sagt er, die Eiterkügelchen im Blute leicht von den weißen Kügelchen unterscheiden; diese sind aber nicht Lymphkörperchen, sondern Molecüle von $\frac{1}{500}$ m. Durchmesser. Auch sagt er bestimmt, daß der Eiter kein Analogon im Blute habe. Die Kenntniß der normalen Anwesenheit von Lymphkörperchen im Blute scheint ihm also zu fehlen. Endlich hat auch Scherer in dem sauren Blute bei Kindbettfieber vollständige Eiterkörperchen gefunden.

Mir ist es bis jetzt noch niemals gelungen, unzweifelhafte Eiterkörperchen im Blute anzutreffen, wenn auch die farblosen Kügelchen in größerer Menge und in verschiedener Abweichung der Gestalt bei Krankheiten vorkommen, wie ich dieselben in einer frühern Arbeit näher beschrieben habe. Bei eitriger Schwindsucht und Gebärmutterentzündung habe ich das aus der Leiche entnommene Herzblut untersucht. Dasselbe enthielt jedesmal sehr viele blasse Lymphkörperchen, die aber durch Essigsäure nur einen Kernhaufen, nie getrennte Kerne zeigten. Möglich wäre es indessen, daß die Eiterkörperchen schon zersetzt gewesen wären. Im kreisenden Blute scheinen die eingespritzten Eiterkörperchen sehr bald sich so zu verändern, daß man sie nicht leicht wiedererkennt, wie ich durch mehrfache Versuche bei Thieren mich überzeugt habe. Ich will übrigens hiermit keineswegs das Vorkommen von farblosen Kügelchen des Blutes, die den Eiterkörperchen mehr oder weniger gleichen, bestreiten, da dasselbe an sich gar nichts Unwahrscheinliches hat. Größere Lymphkörperchen mit einem aus mehreren neben einander liegenden Stücken bestehenden Kerne finden sich im Blute unter besonderen Verhältnissen, die mit der Eiterung in keinem Zusammenhange stehen (siehe weiter unten das bei der Ausbildung der Lymphkörperchen Angeführte), warum sollten nicht auch Kügelchen mit mehreren Kernen sich nicht bilden können aus den Lymphkörperchen, da doch wahrscheinlich die Exsudatkörperchen eine ähnliche Umwandlung unter Umständen, wo sie sich nicht zu Fasern vereinigen können, erleiden; oder warum sollten sie nicht auch in den Lymphgefäßen oder Capillargefäßen des entzündeten Theiles, in dem der Kreislauf verlangsamt ist, entstehen können, ohne daß man nothwendig eine eigentliche Eiterung der Gefäße oder eine Verbindung desselben mit einer Eiterhöhle anzunehmen hat? —

Haben wir nun die Zusammensetzung der Lymphkügelchen so weit, als es möglich ist, kennen gelernt und ihre Aehnlichkeit mit den Zellen anderer Flüssigkeiten erforscht, so ist es unsere Aufgabe, auch die Entstehungsweise derselben in das Bereich unserer Untersuchung zu ziehen, mag auch die Lösung zweifelhafter sein als bei irgend einem andern Elementartheile des Körpers, von denen keiner bei seiner Entwicklung so wenig als das Lymph- und Chyluskörperchen an den Ort gebunden ist. Den Vortheil, daß man

das entzündliche Secret in den verschiedenen Zeiten der Ausschwitzung untersuchen kann, daß man ferner an demselben Orte die in der Flüssigkeit suspendirten Körperchen mit den noch auf der absondernden Fläche ruhenden vergleichen kann, hat die gleiche Untersuchung in der Eiterung vor der genannten voraus. Daß man bei jener zu sicheren Resultaten gekommen ist, kann zwar auch dieser Gewinn bringen, aber dafür auch leicht zu einer voreiligen Annahme einer nicht existirenden Analogie verleiten. Es ist daher eine sorgfältige Prüfung nöthig.

Bei dem Vorkommen von kleineren Körperchen (meist von 0,001 bis 0,002'''), die durch Essigsäure keine Hüllensubstanz zeigen, und größeren (über 0,002'''), die theils durch dieselbe Einwirkung sich nur verkleinern, theils dabei eine schleimige Hülle und einen körnigen Kern erhalten, scheint die Annahme zulässig, jene Körperchen seien die früheren und, wenn man so sagen will, die freien Kerne, um welche sich dann erst eine Hülle anlege. Da außer den Körperchen, welche in der Größe den durch Essigsäure sichtbar gewordenen Kernen der Lymphkörperchen entsprechen, auch noch viel kleinere vorkommen, und da die Kerne einen körnigen Bau besitzen, so darf man es für höchst wahrscheinlich halten, daß durch die Vereinigung der kleinsten Körnchen die hüllenlosen Körperchen entstehen. Indem sich immer mehr Partikelchen an einander lagern, gelangt das Körperchen zu der gewöhnlichen Größe der Elementarzellen. Wenn sich nun hin und wieder auch noch solche Körperchen finden, welche lockerer gebaut sind und nur kleine getrennte Körner einschließen, ohne einen eigentlichen Kern zu enthalten, so steht diese Erscheinung nicht im Widerspruche mit der aufgestellten Ansicht, denn es sind in diesem Falle nur die Körnerchen weniger dicht an einander gelagert und durch eine zweite durchsichtigere Substanz (Hüllensubstanz) auseinandergehalten. Körperchen dieser Art, welche auch in der entzündlichen Ausschwitzung vorkommen, stehen den fortbildungsfähigen kernhaltigen Elementarkügelchen noch ferner als die Eiterkörperchen, und müssen unter anderen Bedingungen gebildet sein als die Lymphkörperchen, wahrscheinlich nicht an dem Orte, wo die bildende Kraft am stärksten auf die Lymphe einwirkt, also schwerlich in dem Anfange der Lymphgefäße. Das Vorkommen dieser Art von Kügelchen, in denen die Hüllensubstanz noch mehr vorwaltet als im Eiterkörperchen, die allmähliche Entstehung dieser Substanz in den übrigen Lymphkörperchen und die bei den Amphibien sehr deutliche, selbst ohne allen Zusatz erkennbare Trennung der Hülle von dem Kern während der Umwandlung der Lymphkügelchen in Blutscheibchen, ferner die auch bei warmblütigen Thieren gemachte Beobachtung von Lymphkügelchen, in deren Mitte von selbst oder im Wasser ein Kern zum Vorschein kommt, so wie die Vergleichung mit den Eiterkörperchen, in denen oft die Kernsubstanz augenblicklich in getrennten Körnern durch Essigsäure sichtbar gemacht wird (auch sogar dann, wenn man vorher die Kügelchen mit Weingeist behandelt hat), alles dies spricht dafür, daß die Trennung des Kügelchens in Kern und Hülle nicht bloß Folge des Zusatzes ist, sondern daß eine solche schon präexistirt. Damit ist aber nicht gesagt, die Wirkung der Essigsäure beruhe bloß darin, daß sie die Hülle durchsichtiger mache, so daß der Kern ganz unverändert in derselben Beschaffenheit, wie er vorher war, in die Augen falle, sondern auch auf diesen äußert die Säure ihre Wirkung. Gerade so wie das Schleimkörperchen (welches weder zu verwechseln ist mit den Epitelialzellen, an deren Stelle es sich bildet, noch mit den Eiterkörperchen, welche bei Reizung der Schleimhäute abgesondert werden) durch dasselbe Reagens gerinnt und dunkler wird,

so gerinnt auch derjenige Theil im Lymphkörperchen, welcher seinem chemischen Verhalten nach von demselben Stoffe wie das Schleimkörperchen ist. Auch selbst im Blutkörperchen der Frösche ist diese Gerinnung des Kernes noch nachweisbar, da vor Anwendung der Essigsäure derselbe in den frischen Körperchen noch nicht scharf begrenzt ist. Ein Theil dieser geronnenen Substanz löset sich freilich wieder durch stärkere Säure, indem er in dieser wie Käsestoff oder wie Natronalbuminat wieder löslich ist, wenn er überhaupt vorher geronnen war. Bei den Eiterkörperchen ist die Wirkung der Essigsäure auf den Kern noch auffallender, da die verdünnte Säure in einer durchsichtigen Hülle oft nur einen einzelnen großen Kern, die concentrirte sogleich getrennte kleinere Kernchen hervortreten macht. — Während die Essigsäure in den Lymphkörperchen die Kernsubstanz zu einer festen Masse vereinigt, besitzen wir dagegen in dem Aetzammoniak ein Mittel, welches wegen stärkerer Lösung der Hüllensubstanz die Körner, aus denen die Kernsubstanz besteht, auseinandertreibt, und durch welches also die Zusammensetzung des Kernes aus einzelnen Körnern gezeigt werden kann.

Mit dieser Annahme der Structur und Entstehungsweise der Lymphkörperchen ist nun zugleich auch der Ort ihrer Bildung in gewisser Hinsicht bestimmt, indem verschiedene früher herrschende Theorien nun ausgeschlossen sind. Bei der Unmöglichkeit jedoch, die Entstehung dieser Körperchen mit der Klarheit zu erkennen, wie dies bei den festsitzenden Zellen der Gewebe der Fall ist, halte ich es nicht für unpassend, hier die verschiedenen Ansichten über die Art und den Ort dieses Vorganges näher zu beleuchten.

1) Es ist im Artikel »Chylus« und bei Beantwortung der Frage nach der Ursache der zuweilen auffallend rothen Farbe der Milzlymphe hungernder Thiere erörtert worden, daß diese Erscheinung in der Anwesenheit lauter ganz vollständiger Blutkörperchen ihren Grund habe. Daß diese nicht in der Milz gebildet sein können, wird man deßhalb zugestehen müssen, weil nach der Fütterung die vorher fast ganz verschwunden gewesenen Lymphkörperchen sich wieder einfinden, und weil niemals Uebergangsstufen von diesen zu jenen in der Milzlymphe zahlreicher sind als im Blute selbst. Wenn nun in der Milz Gefäßverbindungen angenommen werden müssen, durch welche die Blutkörperchen aus den Blutgefäßen in die Lymphgefäße übertreten, so könnte man auch für die Lymphkörperchen denselben Ursprung annehmen, und endlich sogar eine ganz analoge Entstehungsweise der Lymphkörperchen in allen Theilen des Körpers behaupten. Man könnte sich berufen auf die Fälle, wo man ebenfalls die Lymphe anderer Theile geröthet gefunden hat, in den Lymphgefäßen des Beckens (Tiedemann), in denen der entzündeten Leber (Sömmerring) u. s. w. Ich selbst kann jedoch nicht gleiche, den gesunden Zustand betreffende Beobachtungen zur Unterstützung dieser letztern Ansicht aufzählen, vielmehr fand ich bei sorgfältiger Entleerung der Lymphgefäße des Beckens, auch selbst wenn die Thiere gehungert hatten, nie Blutkörperchen. Eben so wenig enthielt die aus dem Unterschenkel eines lebenden Menschen erhaltene Lymphe dergleichen. — Der Ursprung der Lymphgefäße ist uns freilich zur Zeit noch wenig bekannt, daß sie aber wie die Chylusgefäße als geschlossene Netze entstehen, wird jetzt allgemein als erwiesen angenommen. In den Milchsaftgefäßen habe ich nun schon vor dem Eintritte derselben in die Mesenterialknoten farblose Körperchen gefunden, deren Ursprung aus den Blutgefäßen doch als im höchsten Grade unwahrscheinlich betrachtet werden muß. Die Nothwendigkeit, Haargefäße, welche in der Regel nur Lymphkörperchen und keine Blutkörperchen durchlassen, als

Endigungen der Blutgefäße anzunehmen, würde Denjenigen, der bei der Beobachtung des Blutlaufes in den Haargefäßen gesehen hat, wie langsam im Vergleich mit den Blutkörperchen die farblosen Kügelchen des Blutes sich bewegen, und welche Schwierigkeit die letzteren oft finden, durch die engsten Gefäßnetze hindurchzutreten, in nicht geringe Verlegenheit setzen. Da möchte es also eine viel richtigere Auslegung der angeführten, die Milzlymphe betreffenden Thatsachen sein, anzunehmen, daß hier vollständige Anastomosen zwischen Capillar- und Lymphgefäßen existiren, welche aber, durch die angefüllten weißen Milzkörperchen zusammengedrückt, nur wenn diese leer sind, für die Blutkörperchen durchgängig werden. Wenn nun ferner die Beobachtungen sich bestätigen sollten, daß auch in anderen Theilen, namentlich bei sehr großer Blutfülle der Organe, während des Lebens schon Blutkörperchen in die Lymphgefäße eintreten, so müßte man auch für andere Organe den so oft besprochenen und schon früher von Lippi und Panizza, so wie von Poiseuille, von Lambrotte, Quaterfages und Doyère noch neuerdings behaupteten Zusammenhang zwischen Blutgefäßen und Lymphgefäßen anerkennen. Aber freilich ist hier die Entscheidung sehr schwierig, weil sehr leicht wie bei künstlicher auch noch so behutsamer Injection, so ebenfalls im Leben oder im Tode, sei es von selbst wegen Blutstockung oder durch Druck von außen, die Scheidewand zwischen beiden Arten von Gefäßen zerreißen kann.

2) Daß in der Milz nach der Verdauung sich eine große Menge Lymphkörperchen bildet, ist höchst wahrscheinlich. Die Menge derselben steht in geradem Verhältniß zu der Anschwellung der so eben erwähnten Milzbläschen. Untersucht man deren Inhalt, so ist die Aehnlichkeit der in denselben enthaltenen Kügelchen mit den Lymphkörperchen höchst überraschend. Nach Henle sind zwar die Körperchen der weißen, so wie der rothen Substanz mit sehr seltenen Ausnahmen nur 0,0018''' groß und lösen sich nicht in Essigsäure und zeigen auch keine Hülle, verhalten sich also wie die sogenannten freien Kerne der Lymphkörperchen; bei Kaninchen fand ich jedoch die der weißen Substanz 0,002 bis 0,003''', im Mittel 0,0024''' groß, und v. Heßling bestimmte ihre Größe bei Menschen auf 0,00209 bis 0,0055''' und beschreibt sie theils als feinkörnige, theils als mit getheilten Kernen versehene Kügelchen. Mag indeß ihre Aehnlichkeit mit Lymphkörperchen so groß wie irgend möglich sein, so lange kein Zusammenhang zwischen den Milzbläschen und den Lymphgefäßen nachgewiesen, kann sie nicht als zureichend gelten, um den Ursprung der Lymphkörperchen aus diesem Bestandtheile der Milz zu erklären; es kann nur vermuthet werden, daß die in den Milzbläschen bei der Verdauung sich anhäufende Flüssigkeit später in die Lymphgefäße durchschwitzt. — Eine gleiche Bewandtniß hat es mit den Parenchymkörperchen der Lymphdrüsen. Auch hier ist das Verhältniß der Parenchymzellen, in welchen jene Körperchen ihren Sitz haben, zu den Gefäßwandungen durchaus nicht klar. Allerdings wird in den Lymphdrüsen die Zahl der Lymphkügelchen beträchtlich vermehrt, aber diese entstehen nicht allein in jenen, sondern auch schon, wie J. Müller und ich gemeinsam fanden, vor dem Durchtritt der Lymphe durch diese Organe, gerade so wie dies auch bei dem Chylus der Fall ist. Der Unterschied zwischen den Parenchymkörperchen und den Lymphkörperchen, in dessen Feststellung ich übrigens nicht ganz mit Henle übereinstimme, würde mir nicht als genügendes Hinderniß für die Annahme einer Umwandlung der ersteren in letztere erscheinen, da auch in der Lymphe sehr verschiedenartige Körperchen vorkommen. Und

stellt man sich die Sache so vor, daß nur die zunächst den Lymphgefäßwandungen liegenden Körperchen sich ablösen, so könnten, wie bei dem aufgereiheten Epitelium die Parenchymkörperchen schon auf diese Weise, abgesehen von dem Einfluß der Flüssigkeit, in welche sie eintreten, den Lymphkörperchen oder den Kernen ähnlich werden. Doch wie gesagt, es läßt sich hierüber zu keiner entschiedenen Ansicht gelangen.

3) Dasselbe ist der Fall mit einer neuern Ansicht, die auf die Analogie der Entstehung der Blutkörperchen in dem Embryo fußt. Reichert hat nämlich die Entdeckung gemacht, daß beim Embryo in den Wandungen der Gefäße der Leber die Blutkörperchen sich entwickeln. Remak hat eine thatsächliche Begründung seiner Behauptung eines gleichen Ursprunges der Lymphkörperchen versprochen, aber bis jetzt noch nicht geliefert. Ich habe mehrmals die innere Wand der Lymphgefäße, so weit sich diese mit dem Messer verfolgen ließen, mikroskopisch untersucht, ohne auf eine Erscheinung zu stoßen, welche jene gewiß sehr ansprechende Hypothese rechtfertigen könnte.

4) Seitdem die Zellennatur der Lymphkörperchen erkannt ist, kann man die Ansicht, als ob dieselben losgerissene Partikelchen der Substanz der Organe, von denen die Gefäße entspringen, seien, als ganz aufgegeben ansehen. Die Lymphkörperchen sind, so viel wir bis jetzt wissen, in der Lymphe aller Organe, mag dieselbe von dem Kopfe, von den Gliedmaßen oder aus der Milz kommen, ganz gleich, was doch schwerlich sich mit jener Ansicht verträgt. Auch sieht man nicht in dem Parenchym der Organe, wenn wir die Blutdrüsen etwa ausnehmen, Partikelchen, die den Lymphkörperchen oder deren Kernen gleichen.

5) So bleibt also keine andere Entstehungsweise der Lymphkörperchen übrig als die Präcipitation in der Lymphe selbst. Daß der Impuls zu dieser Bildung nicht bloß ein chemisches Verhältniß in der Mischung der Flüssigkeit ist, müssen alle diejenigen zugeben, die den Unterschied zwischen einer Zelle und einem Krystalle anerkennen. Ein Krystall kann in derselben Gestalt die verschiedensten Größen zeigen, während die Zelle in ihrer einfachen Gestalt stets in einer sehr geringen Breite dieselbe mikroskopische Kleinheit bewahrt. Diese Größe ist bei den Lymphkörperchen fast ganz dieselbe wie bei den Zellen der Schleimhaut, des Epiteliums, des Eiters u. s. w. Die Weite der Lymphgefäße ist keineswegs für die Größe der Lymphkörperchen das Bestimmende. Die feinsten Gefäße in den Zotten messen nach Krause 0,0061‴, und die Chyluskörnchen gleichen an Größe den Lymphkörperchen. In den Lymphdrüsen und vielleicht in den Stämmen der Lymphgefäße vermehrt sich die Zahl der Körperchen, und doch traf ich unter den zu einem Knäuel verschlungenen Lymphgefäßen keine feineren als von einem Durchmesser von 0,006 bis 0,008‴. Daß die bildende Kraft, je näher den festen Theilen, desto größer ist, möchte auch wohl fast allgemein anerkannt werden, mag man die Thatsache physikalisch, aus einer größern Concentration der Flüssigkeit (so wie der Sauerstoff um die feinen Theile des Platinschwammes sich verdichtet), oder aus dem Contact mit einer in Umwandlung begriffenen Substanz, oder etwa aus dem dunkeln Einfluß der Nerven erklären, gleich viel, wir halten an der Erscheinung fest, die sich unter Anderen auch bei der Eiterbildung wiederfindet. Ich erwähne gerade diese letztere, welche mit der Lymphbildung so viel Aehnlichkeit hat, daß man sie das krankhafte Analogon derselben nennen könnte (Ausschwitzung einer faserstoffhaltigen Flüssigkeit, in der sich isolirte Zellen bilden), um darauf aufmerksam zu machen, daß wenn auch nicht innerhalb der Gefäßwandung,

doch an derselben der erste Niederschlag aus der wegen ihrer Wässerigkeit doch wenig zur Präcipitation geeigneten Lymphe erfolgen könnte.

Ist nun auch nach Prüfung der verschiedenen Ansichten über die Entstehung der Lymphkörperchen nur eine als haltbar erschienen, so kann ich doch die Frage nicht unterdrücken, ob nicht die keineswegs unbeträchtliche Verschiedenheit zwischen den einzelnen Lymphkörperchen, eine Verschiedenheit, die sich keineswegs aus der Ungleichheit des Entwicklungsstadiums erklären läßt, darauf hinweiset, daß die Bedingungen der Entstehung doch nicht für alle Lymphkörperchen dieselben sind. Wie dies zu verstehen sei, ist schon in dem Vorigen angedeutet worden.

Je nachdem man diese oder jene Zusammensetzung den Kernen der Zellen zuschreibt, denkt man sich die Entstehung derselben bald auf diese, bald auf jene Art. Beständen die Partikelchen, aus denen der Kern der Lymphkörperchen sich zusammensetzt, aus Fett, so gäbe die mechanische Vereinigung derselben die erste Veranlassung zur Bildung größerer Körperchen. Damit wäre aber noch keineswegs die weitere Präcipitation von Eiweiß oder Faserstoff erklärt. Um ein Fetttröpfchen bildet sich in einer eiweißreichen Flüssigkeit keine Zelle, sondern nur ein Häutchen von kaum meßbarer mikroskopischer Dicke. Weder die Gestalt, noch das Aussehn, noch das chemische Verhalten, noch die Art und Weise der Vereinigung rechtfertigen die Ansicht, daß alle die kleineren Partikelchen in der Lymphe aus Fett bestehen, wenngleich auch nicht zu läugnen ist, daß sich Fett zwischen die Kerntheile lagert. Lehmann und Messerschmidt fanden, daß die Uranfänge der Eiterkörperchen, die Kernkörperchen, aus einem modificirten, verdichteten, salzarmen, dem Hornstoff ähnlichen Faserstoff bestehen. Daß dieselbe Substanz auch in den Kernen der Lymphkörperchen vorkomme, daß sie diejenige Substanz sei, welche durch die Essigsäure gerinnt oder sich wenigstens zusammenzieht, ist oben dargethan. Was nun aber in der im Verhältniß zu dem Faserstoff und Eiweiß so salzreichen Lymphe diese Substanzen zur Gerinnung bringe, das ist uns räthselhaft. Die Lymphe ist stets alkalisch, es kann also nicht gesagt werden, daß die Entwicklung einer Säure das Natron dem Natron-Albuminat oder -Fibrinat entziehe, und daß somit das Protein gerinnen müsse. Man könnte an die Desoxydirung einer Fettsäure denken, die sich in Fett umwandelt, während das mit ihr verbundene Natron in das Blut übertritt und in der Lymphe zugleich Fettkügelchen und ein Niederschlag von Protein, welches vorher durch die Seife aufgelöset war, entstehen; aber dieser Ansicht steht unter Anderen der Umstand entgegen, daß die Lymphe, wenigstens die vom Kopfe zurückkehrende, viel Fettsäure enthält. Da die Salze fast ganz und gar in demselben Verhältniß zu einander in der Lymphe wie im Blutwasser stehen, außer daß dort mehr verseiftes Natron vorkommt, so ist leider auf dem Wege der chemischen Analyse bis jetzt noch nicht viel Aufklärung über diesen wichtigen Vorgang zu erhalten. So viel ist wahrscheinlich, daß eine Oxydation des Proteins das eigentliche Wesen des Vorgangs ausmacht. Sowohl Hornstoff als Schleim und Bioxyd des Proteins, alle drei in Wasser und Essigsäure unlösliche Stoffe, mit denen der unlösliche Bestandtheil der Lymphkörperchen Aehnlichkeit hat, bilden sich dadurch aus dem gemeinsamen Grundstoffe, daß dieser entweder Sauerstoff mit oder ohne Wasserstoff aufnimmt, oder Kohlenstoff mit mehr oder weniger Stickstoff abgiebt. Es wird sich nun bei der Analyse herausstellen, daß in der Lymphe sich wahrscheinlich ein Ammoniaksalz vorfindet, welches in dem Serum fehlt; daß Kohlensäure in ihr gebildet wird, beweiset das aus den Lymphdrüsen

zurückkehrende Venenblut, welches anstatt des abgetretenen Sauerstoffs Kohlensäure aufgenommen hat. Somit steht der Annahme nichts im Wege, daß durch Abgabe von Kohlenstoff und etwas Stickstoff in Form des Ammoniaks eine Bildung des Schleimstoffs, Hornstoffs oder Proteinbioxyds, und dadurch die Entstehung des Lymphkörperchens, welches verschiedene Modificationen des Proteins in sich einschließt, veranlaßt werde.

Nachdem die Lymphkörperchen durch die Drüsen getreten sind, findet man sie im Durchschnitt etwas größer als vorher, immer aber noch von unter sich sehr verschiedenem Durchmesser. Die bei Anwendung von Essigsäure sich zeigende Hülle hat etwas zugenommen, der Kern ist aber fast noch derselbe geblieben. Die Mehrzahl der in dem Blute kreisenden farblosen Körperchen besitzt einen noch etwas größern Durchmesser, scheint eine größere und eine im Wasser keineswegs leichter, sondern weniger leicht lösliche Hülle zu besitzen, und zeigt statt des früheren soliden rundlichen Kernes einen bohnenförmigen oder einen aus 2 bis 3 Theilen zusammengesetzten, in der Mitte zuweilen vertieften, mitunter auch leicht röthlich gefärbten Kern.

Daß die farblosen Körperchen des Blutes größtentheils aus der Lymphe kommen, ist keinem Zweifel unterworfen, denn der Chylus enthält deren weniger nach der Fütterung der Thiere als beim Hungern, und im Blute von Menschen findet man zuweilen während der ersten Tage von Krankheiten bei Entziehung der Nahrung ihre Zahl in hohem Grade vermehrt. Später allerdings vermindert sich bei fortgesetztem Hungern ihre Zahl, verschwindet jedoch im Blute von Fröschen, welche Monate gehungert haben, nie ganz, sondern nach meiner Zählung nur etwa um die Hälfte relativ zu den Blutkörperchen. Demzufolge ist es nicht unrichtig, jene farblosen Körperchen des Blutes größtentheils als eine höhere Entwicklungsstufe der Lymphkörperchen anzusehen. Ihre Aehnlichkeit mit diesen ist zwar nicht so groß, wie die zwischen den Kügelchen der Lymphe in den Drüsen und in den Gefäßen, aber immer doch noch sehr auffallend. Die so eben bezeichnete Veränderung der Hüllensubstanz scheint hier, wie auch oft in anderen Zellen, auf Kosten des Kernes stattzufinden. Dieser verliert offenbar an Substanz, und verändert wahrscheinlich in Folge dessen seine Gestalt und seinen Zusammenhang, ohne dabei etwa durch Zertheilung von Körnern sich auszubreiten.

Wiewohl schon im Artikel »Blut« die fernere Ausbildung der farblosen Kügelchen des Blutes in rothe Blutscheibchen so angegeben ist, wie sie mir erschienen, so machten es doch die seit Abfassung jenes Artikels von verschiedener Seite her gegebenen ganz anders aufgefaßten, mit einander aber übereinstimmenden Ansichten dieses Vorganges, nöthig, hier nochmals auf den Gegenstand einzugehen.

Am ausführlichsten hat Martin Barry die Entstehung der Blutkörperchen aus Lymphkügelchen betrachtet. Sein am 14ten Januar 1841 in der königlichen Gesellschaft zu London gehaltener Vortrag findet sich in den Proceedings of the Royal Society 1840 — 1841. No. 46 und 47, dann mit einiger Abänderung in den Philosophical transactions 1841. p. 201 — 268. Im folgenden Jahre wiederholte er seine Behauptung in dem London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazin, Sept. 1842 und brachte gleich darauf an demselben Orte No. 146 (p. 368) denselben Gegenstand nochmals zur Sprache, und suchte im vorigen Jahre ebendaselbst (Juny 1843, No. 147, p. 437) auch durch Abbildungen (von Blutkörperchen eines Sperlings und eines Ochsenfötus) seine Ansicht zu erläutern. Eine so oft von Neuem von einem sich vorzugsweise mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen-

den Physiologen wiederholte Behauptung verdient daher wohl unsere volle Aufmerksamkeit. Das Wesentlichste derselben, wie es in allen genannten Abhandlungen sich wieder findet, ist, daß ein sogenanntes Lymphkörperchen des Blutes sich aus dem Kerne eines rothen Blutscheibchens entwickelt, indem dies sich zu einer farblosen, junge Brut in Form von kleinen Scheibchen enthaltenden Zelle umwandelt; welche farblosen anfangs sehr kleinen Scheibchen nach dem Platzen der Mutterzellen aus Kernen sich zu vollständigen Blutkörperchen umbilden. In der ersten Abhandlung ist auch von dem Zerfallen der Blutkörperchen in sechs kleine längliche Körner, die ebenfalls junge Zellen sind, die Rede [1]). In dem vorletzten Aufsatze fügt Barry noch hinzu, daß der wahre Zellenkern anfangs ein helles Kügelchen sei, die Röthung der Zellenkerne schon in der Mutterzelle (Lymphkörperchen) anfange, daß das Scheibchen bei allen Säugethieren anfangs eine elliptische Gestalt besitze, und daß das Blutkörperchen mit flüssigem Faserstoff angefüllt sei.

Nicht die ganze Theorie Barry's, sondern nur die von der Entwicklung mehrerer Blutkörperchen innerhalb der Lymphkörperchen, ist auch von Remak [2]) vorgetragen worden. Bei einem Pferde, dem Tags zuvor 30 Pfund Blut entzogen waren, fand er die farblosen Kügelchen in ungeheurer Anzahl und meist vergrößert. In ihrem Innern zeigten sich, bedeckt von körnigem Inhalte, einige oder mehrere blaßröthliche Kugeln von der Größe der Blutkörperchen. In den nächsten Tagen erschienen diese Kugeln um so röther, je mehr der körnige Inhalt der von ihm als Mutterzellen betrachteten Lymphkörperchen verschwunden, und die Membran derselben verdünnt war. Den vierten Tag war es dem Beobachter gewiß geworden, daß in den vergrößerten blassen Zellen sich die Blutkörperchen bilden. Auch bei Menschen bewährte sich ihm diese Beobachtung. Zwischen dem vierten und achten Tage nach dem ersten großen Blutverluste zeigte sich die Wiedererzeugung des Blutes durch Erscheinen der Mutterzellen.

Auch Gulliver, nachdem er schon in sehr großen aus den Drüsen erhaltenen Lymphkügelchen der Vögel 2 bis 6 kleinere eingeschlossen gesehen hatte, bildete später [3]) röthliche Lymphzellen des Pferdeblutes ab, in welchen in verschiedener Gruppirung 1 bis 6 Blutkörperchen liegen sollen, und deren Hülle durch Wasser und Essigsäure sichtbar wird. Eine Theorie knüpft er zwar nicht an diese Beobachtung, aber sowohl aus der Bezeichnung der eingeschlossenen Kerne als Blutkörperchen, so wie aus einer andern Stelle, wo er den Unterschied zwischen den Kernen der Blutkörperchen der Vögel und den Lymphkügelchen beschreibt [4]), könnte man wohl schließen, daß er jene

---

[1]) Was ferner noch in demselben Aufsatze der Verfasser von den Blutkörperchen erzählt, gehört zwar nicht hieher, da es indessen höchst merkwürdige Beobachtungen sind, so erlaube ich mir, dieselben hier nachzutragen: 1) Es findet ein Uebergang der Blutkörperchen zu Eiterkügelchen Statt. 2) Es kommen Blutkörperchen vor, die in ihrem Innern eine Molecularbewegung zeigen. 3) Die Blutkörperchen der Kälber und Kaninchen versehen sich in ihrem Zustande als Kerne mit haarförmigen Fortsätzen und nehmen eine rotirende, fortschreitende Bewegung an. 4) Zu gewissen Perioden werden Blutscheibchen gefunden, die in ihrem peripherischen Theile eine Oeffnung haben. Auch wiederholt Barry die Versicherung, daß jedes Blutkörperchen ein Filament enthalte, und daß auch im kreisenden Blute solche freie Filamente vorkommen.

[2]) Med. Zeitung vom Verein in Preußen, 1841. Nr. 27.

[3]) Philos. Magazin. 1842, Nro. 37, p. 170.

[4]) Ebd. p. 482. Die von ihm aufgefundenen Unterschiede sind: 1) Der Kern der Blutkörperchen ist nicht so geneigt, sich beim Eintrocknen zu verändern, als das Lymph-

nicht für den Rest des frühern Lymphkörperchens hält, also einer andern Ansicht von der Entstehung der Blutkörperchen als der bei uns gewöhnlichen huldigt.

H. Horn[1]) nennt geradezu die vollkommenen Lymphkörperchen des Blutes und der Lymphe Entwicklungszellen, weil sie 2 bis 3 und selbst 4 entwickelte Blutzellen enthalten. Er beschreibt jene als kugelig oder glatt (namentlich im Blut) und ½- bis 1mal oder 2- bis 4mal größer als Blutkörperchen. Sie sollen eine Stunde nach dem Essen bei Schwangeren und auch bei an einem Blutfehler Leidenden im Blute sich finden. Bei Vögeln, Amphibien und Fischen enthalten die Entwicklungszellen nur Kernzellen, d. h. nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche Kerne. Außer dieser Art von Entwicklungszellen werden noch drei andere im Blute befindliche beschrieben: 1) runde, weißliche Blasen oder Scheibchen mit Kernen, die oft so groß wie Oeltröpfchen (?) sind. 2) Kugeln, meist undurchsichtig und sehr gefärbt mit Kernen und körnigem röthlichen Inhalt, und 3) unregelmäßige Kugeln aus lauter noch in kleineren Kügelchen getheilten Kernzellen mit deutlichem Kern.

So oft ich auch Blut und Lymphe unter dem Mikroskope untersucht habe, so sah ich doch niemals farblose Kügelchen, in denen mehrere schon entwickelte Blutkörperchen eingeschlossen waren. Den einzelnen oder aus mehreren dicht zusammenliegenden Stücken bestehenden, in Essigsäure unlöslichen Kern mit röthlichem Schein, der zuweilen auch flach und seitlich eingedrückt erschien, habe ich nicht als ein schon vollendetes Blutscheibchen ansehen können; und die Lymphkörperchen, die nach Art der Eiterkügelchen ganz getrennte Kerne besitzen, habe ich vergebens in dem Blute von Menschen und Hunden, in Gesundheit und Krankheit, gesucht; ich erinnere mich nur der Beobachtung solcher bei Kälbern. Trächtige Hunde lieferten in ihrem Blute große farblose Körperchen, deren Kerne mehr als sonst zerfallen waren; bei schwangeren Frauen wollte die Auffindung ähnlicher Kügelchen jedoch nicht gelingen. — Ist die endogene Entwicklung der Blutkörperchen die gewöhnliche bei den warmblütigen Thieren, so begreift man nicht, warum wenigstens in derselben Thierklasse nur unter so besonderen Verhältnissen, wie nach großen Blutverlusten, diese Erscheinung zum Vorschein kommt, so daß sie nur eine Ausnahme von der Regel zu sein scheint. Bei der unzähligen Menge von Blutkörperchen, bei dem reichlichen Erguß der Lymphe und des Chylus in das Blut, müßte doch diese Erscheinung viel häufiger zu beobachten sein. Aber hauptsächlich nur bei großer Wässerigkeit des Blutes, nach Aderlässen, Hungern u. s. w. ist dies der Fall. Daß unter diesen Verhältnissen sich abnorme Lymphkörperchen bilden können, ist wohl klar, daß aber diese abnorme Art eine entwickeltere, und nicht wegen zu rascher Entwicklung oder wegen späterer mangelhafter Einwirkung der bildenden Mittel eine niedrigere, den Eiterkörperchen ähnlichere sei, in welcher sich die Kerntheile nicht vollständig vereinigt haben, das bleibt noch zu erweisen. Jedenfalls hätten die Beobach-

---

körperchen, welches undeutlich, größer oder mißgestaltet wird. 2) Der Kern erhält sich auch besser in Salzsolution, welche die Lymphkörperchen in wenigen Stunden fast unsichtbar macht; er ist also aus festerer Substanz gebildet. Auch wenn Gulliver nicht, wie es der Fall ist, statt mit Lymphkörperchen mit Parenchymzellen der Drüsen experimentirt hätte, würden diese Verschiedenheiten, die sich fast ganz und gar daraus herleiten lassen, daß der Kern der Blutkörperchen von der nicht auflöslichen Grundlage der Hüllensubstanz umgeben ist, wenig Gewicht gegen die Annahme besitzen, daß derselbe der freilich etwas modificirte Kern der Lymphkörperchen sei.

[1]) A. a. O.

ter uns doch Rechenschaft über das Verhalten der vermeintlichen jungen Blutscheibchen gegen Essigsäure geben sollen. Ich glaube, sie würden alle mit Gulliver die Unlösbarkeit derselben gefunden haben. Und doch ist ein Blutkörperchen so sehr empfänglich für die Einwirkung der Essigsäure. — Da bei den kaltblütigen Thieren es leicht zur völligen Evidenz nachzuweisen ist, wie das Lymphkörperchen sich zu einem Blutkörperchen umwandelt, indem der Kern immer mehr schwindet und zuletzt nur aus Fettkörnern besteht, und indem der übrige Theil (die Hülle) sich mit Farbestoff anfüllt, so müßte es demnach eine doppelte Entwicklungsweise für die Blutkörperchen geben, was doch schwerlich der Fall ist. Zwar ist das Blutkörperchen der Amphibien verschieden von dem der Menschen, allein von jenem zu diesem existirt eine ganz allmälige Stufenfolge, die uns zur Annahme nöthigt, daß ersteres nur eine niedrigere Entwicklungsstufe von letzterem ist.

Noch unhaltbarer als der erste Theil der Barry'schen Vorstellungsweise ist der zweite, nach welchem das Blutkörperchen keine entwickelte Zelle, sondern ein Kern ist, aus dem sich erst eine Zelle entwickelt. Die dieser Behauptung zu Grunde liegenden Beobachtungen sind durchwegs richtig, aber ihre Verbindung ist nicht zu billigen. Barry läßt sich durch seine Untersuchung der Entwicklung der Keimhautzellen hier zu einer Analogie verleiten, der sehr wichtige Gründe entgegenstehen. Ich will nicht die Beobachtung der Entwicklung der Blutkörperchen bei Fröschen zu Hülfe rufen, welcher sich jene Theorie nicht im Mindesten anpassen läßt, sondern mich nur auf Thatsachen beziehen, welche in Betreff des Blutes der Menschen und der Säugethiere allgemein anerkannt sind. Daß die kernhaltigen Blutscheibchen, die ich besonders bei Schwangeren gefunden und schon früher ausführlich beschrieben habe, nur eine unvollkommnere Entwicklungsstufe und nicht eine höhere als die rothen Blutscheibchen, welche entweder gar keine Spur von Kern oder nur eine höchst geringe in der Mitte zeigen, sind, geht daraus hervor, daß sie weniger Röthe besitzen und weniger durch Wasser und Essigsäure sich verändern. Je dunkler und unauflöslicher die Blutscheibchen sind, desto weniger ist eine Spur von Kern in ihnen zu entdecken. Die Entwicklung einer eigenthümlichen Materie in einem den Keimhautzellen an Größe gleichenden Kügelchen, die Differenzirung desselben als ein Zeichen eines bloßen hüllenlosen Kernes anzusehen, widerspricht durchaus derselben Zellentheorie, durch die sich Barry verleiten läßt. Nach Vollendung der Differenzirung entwickelt sich kein Kern in einer Zelle, sondern die Anfüllung derselben mit einem besondern Stoff, sei es mit Pigment oder mit Fett u. s. w., geschieht immer mit Verschwinden und vielleicht auch auf Kosten des Kernes, dessen Bestandtheile sich in der ganzen Hülle ausbreiten. Das alte kernlose rothe Blutscheibchen zerfällt allerdings in kleine Körner, deren sich stets genug im Blute finden, die aber viel zu klein sind, um als junge Blutscheibchen angesehen werden zu können. Durch ein Zerfallen auf diese Weise vervielfacht sich nie eine Zelle. Wo nach Barry's Ansicht der rothe Farbestoff der Blutscheibchen bleibt, wenn sich in ihnen eine farblose junge Brut entwickelt, die nachher zuletzt in einer farblosen Kugel liegt, bleibt sehr räthselhaft. Was man aus den Zellen der Lymphe machen soll, die doch so große Aehnlichkeit mit den farblosen Kügelchen des Blutes zeigen, und die doch nicht wie diese aus Blutkörperchen sich entwickelt haben, darauf bleibt der Urheber dieser Theorie ebenfalls die Antwort schuldig.

Nach der richtigeren Ansicht also ist der Entwicklungsgang gerade ein umgekehrter wie der von Barry beschriebene. Während die Hülle des farb-

losen Kügelchens glatt wird und sich röthet, verschwindet gerade wie in anderen Zellen immer mehr der Kern, so daß zuletzt an der Stelle, wo er gelegen, eine ringförmige Vertiefung bemerkt wird, in deren Mitte oder an deren Seite sich meist auch nach vollständiger Ausbildung des Blutscheibchens noch Spuren des frühern Kernes sich auffinden lassen. Nicht bei allen Thierklassen verschwindet der Kern so vollständig. Bei den Salamandern tritt er in den Blutscheibchen auf beiden Seiten desselben sehr stark hervor, schwächer schon bei den Fröschen; bei den Fischen hat er in der Mitte schon wieder einen Eindruck und bei einigen wiederkäuenden Säugethieren (Kameel) ist die Vertiefung in der Mitte des Blutscheibchens, die bei den übrigen Säugethieren die Stelle des Kernes einnimmt, noch nicht vorhanden. Die verschiedenen Umbildungsstadien des Kernes sind also in den verschiedenen Thierklassen stereotyp geworden. — Da die farblosen Kügelchen des Blutes denselben und häufig einen noch größern Durchmesser als die Blutscheibchen haben, so könnte man auf den Gedanken kommen, daß bloß der Kern derselben zur Bildung des Scheibchens verwandt werde, während die Hülle sich auflöse. Allein einestheils spricht hiergegen die Analogie mit dem Blute der übrigen Wirbelthiere, anderntheils erkennen wir, daß ein Blutkörperchen, so lange es noch ganz jung ist (d. h. weniger geröthet, weniger veränderlich durch Wasser, stärker kernhaltig), einen größern Umfang als späterhin besitzt und daß es auch nach vollendeter Ausbildung immer mehr einschrumpft, was besonders bei Einwirkung des Sauerstoffs in die Augen fällt. Ein löslich gewordener Theil seines Inhaltes tritt also bei der Umwandlung aus der Hülle aus. — Die Uebergangsstufen zwischen den farblosen Kügelchen und den Blutkörperchen, die erst schwach gerötheten großen Blutscheibchen, sind im Wasser noch wenig löslich, aber leichter in Essigsäure, so daß also der unlösliche Faserstoff (das Bioxyd des Proteins) sich vermindert haben muß. Dieser verschwindet offenbar später bei Umwandlung in ein rothes Scheibchen noch immer mehr. Von Manchen wird behauptet, daß bei diesem Vorgange der im Serum lösliche Faserstoff (a Fibrin) austrete, allein dies ist nicht wahrscheinlich, denn aus meinen Berechnungen hat sich ergeben, daß die Menge des Faserstoffs nicht bloß relativ zum ganzen Blute, sondern auch zum Blutwasser gewöhnlich desto geringer ist, je mehr Blutkörperchen vorhanden sind. Was es für ein Stoff ist, welcher verloren geht, läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen; doch kann man vermuthen, daß es nebst Kohlensäure ein lösliches Proteinoxyd ist, ein Oxyd des höhern Grades, welches nachher als Harnstoff aus dem Körper ausgeschieden wird, gerade so wie auch außerhalb des Körpers durch die Einwirkung des Sauerstoffs eine gleiche Zersetzung des Blutes vor sich geht. Dieses Oxyd bildet sich vielleicht gerade aus dem unlöslichsten Faserstoffe (dem c und d Fibrin oder dem Bioxyd), der einer andern Umwandlung schwerlich fähig ist und nichts zur Bildung der in den Blutkörperchen übrigbleibenden Stoffe beitragen kann. Diese sind auch löslicher geworden, denn während der geronnene Faserstoff des Lymphkörperchens nur durch stärkere Essigsäure und durch Salze sich löset, enthält das Blutkörperchen im Wasser lösliches Hämatin und Globulin, so daß also nur ein Theil des vorher unlöslichen Bestandtheils, vielleicht der ursprünglich im Kern vorhandene Hornstoff, noch übrigbleibt und die farblose, auf Zusatz von Jodine oder andere das Eiweiß verhärtende Zusätze sichtbar werdende Grundlage des Körperchens, die sogenannte Hülle nebst den Ueberbleibseln des Kernes bildet. Wie nun Sauerstoff und Kohlensäure, Natron und Salze und die aus den in dem Lymphkörperchen eingeschlossenen Fettkügelchen sich

entwickelnde Fettsäure die weitere Umwandlung herbeiführen, darüber lassen sich nur Muthmaßungen äußern, die wir hier übergehen.

Chemische Analysen besitzen wir bis jetzt 1) von der Lymphe des Menschen, 2) des Pferdes und des Esels, und 3) des Hundes. Die erstere war erhalten: a) aus den Lymphgefäßen des Fußrückens lebender Menschen und untersucht von Bergemann und Nasse, Marchand und Colberg, b) aus dem Ductus thoracicus eines Gestorbenen nach mehrtägigem Hungern (L'Héritier), c) aus Lymphgeschwülsten (Krimer). — Die zweite war entnommen aus den Lymphgefäßen: α) des Lendengeflechtes der Beckengefäße (Reuß und Emmert, Gmelin) und zwar von Gmelin in dem einen Falle (I.) nach längerem Hungern des Thieres, in dem andern (II) fünf Stunden nach der Fütterung mit Hafer, β) der Halsgegend (Lassaigne, Nasse), γ) der vorderen Gliedmaßen (Rees). Nur die letztere Analyse betrifft die Lymphe eines Esels, die anderen die von Pferden. Außerdem ist von Gmelin der Chylus hungernder Pferde untersucht worden (s. Art. »Chylus«). — Die dritte Lymphe stammt aus dem Ductus thoracicus eines Hundes, der mehrere Tage gehungert hatte (Chevreul) [1].

Die Ergebnisse dieser Analysen sind folgende:

1) a) Die von mir gesammelte Quantität war zu einer quantitativen und vollständigen Analyse zu unbeträchtlich. Herr Professor Bergemann fand Eiweiß, Faserstoff, Kochsalz, etwas kohlensaures Alkali und eine Spur von phosphorsaurem Kalk; ich bestimmte die Menge der festen Bestandtheile (hauptsächlich Eiweiß) auf 5 bis 6%, unter denen sich 0,165 Faserstoff befanden. — Vollständig ist dagegen die Analyse von Marchand, dem eine größere Quantität Lymphe zu Gebote stand. Sie ergab:

Wasser	969,26
Faserstoff	5,20
Eiweiß	4,34
Extractivstoff	3,12
Flüssiges und krystallisirtes Fett	2,64
Chlornatrium, Chlorkalium, kohlensaures u. milchsaures Alkali, Kalksulphat u. Kalkphosphat nebst Eisenoxyd	15,44
	1000,00

b) Die von L'Héritier untersuchte Menschenlymphe war aus dem Speisesaftgange eines an Gehirnerweichung Gestorbenen, der 30 Stunden in Agonie gelegen und in dieser Zeit außer einigen Tropfen Wasser nichts zu sich genommen hatte.

[1]) Es haben sich in die Handbücher der Chemie und allgemeinen Anatomie in Beziehung auf den Ursprung der untersuchten Lymphe bei Angabe mehrerer Analysen Irrthümer eingeschlichen, die sich stets forterben, weil sie durch Berzelius Zoochemie sanctionirt sind. Die Analyse von Chevreul betrifft nämlich nicht die Lymphe eines Pferdes, sondern die eines nüchternen Hundes, und die von L. Gmelin nicht die Lymphe eines Menschen, sondern die eines Pferdes. Darnach sind unter anderen die Angaben in Henle's allgemeiner Anatomie und in Simon's medicinischer Chemie zu berichtigen. In Bock's Anatomie wird außerdem Bergemann die Analyse von Gmelin zugeschrieben.

Wasser	924,36
Eiweiß	60,02
Faserstoff	3,20
Fett	5,10
Salze	8,25
Verlust	0,07
	1000,00

c) Krimer fand in der untersuchten pathologischen Flüssigkeit 951 flüssige und 49 feste Bestandtheile, nämlich: Eiweiß, Faserstoff, Farbestoff, Chlornatrium, freies Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk und Eisen.

2) Die 6 Analysen der Lymphe von Pferden und einem Esel sind hier zur leichteren Uebersicht zusammengestellt:

	Reuß u. Emmert	Gmelin I.	Gmelin II.	Lassaigne	Rees	Nasse
Wasser . . .	960,0	961,0	967,70	925,00	965,36	950,00
Faserstoff . . .	fast 3,0	2,5	1,30	3,30	1,20	39,11 (Faserstoff und Eiweiß)
Eiweiß . . .	. . .	27,5	14,85	57,36 (Eiweiß bis Fett)	12,00	
bloß in Wasser lösl. Extractivstoff .	. . .	2,1	2,58		13,19	3,25
in Weingeist lösl. Extractivstoff .	39,6 (Eiweiß bis Eisenoxyd)	6,9	9,69		2,40	1,63
Fett	. . .	0,0	Spur		Spur	0,09
lösliche Salze .		in den Extractivstoffen enthalten		14,34	5,85	5,61
Kalksalze, Magnesia u. Kieselerde					Spur	0,31 (Kalksalze etc. und Eisenoxyd)
Eisenoxyd . .						
Verlust . . .	. . 0,4		3,88			
	1000,0	1000,0	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Die Salze waren bei Gmelin: kohlensaures, phosphorsaures und salzsaures Alkali in dem Auszug durch Wasser, essigsaures und salzsaures Alkali in dem Auszug durch Weingeist (dieser Auszug löſ'te sich ebenfalls im Wasser); bei Lassaigne: Chlornatrium, Chlorkalium, Natron, nebst phosphorsaurem Kalke; bei Rees: Chloride und Sulphate, nebst viel kohlensaurem (milchsaurem) Salze; bei mir Chlornatrium, phosphorsaures, schwefelsaures, fettsaures und kohlensaures Alkali.

3) Die Flüssigkeit aus dem Ductus thoracicus eines hungernden Hundes, welche Magendie an Chevreul zur Untersuchung sandte, wird gewöhnlich als Lymphe aufgeführt, wiewohl die Vergleichung derselben mit der Lymphe aus dem Chylus der Pferde fast eben so viel Aehnlichkeit mit diesem als mit jener zeigt.

Wasser	926,4
Faserstoff	4,2
Eiweiß	61,0
Chlornatrium	6,1
Kohlensaures Natron	1,8
Phosphorsaurer Kalk, Magnesia, Kohlensaurer Kalk	0,5
	1000,0

Daß diese Analysen nicht unter sich genau übereinstimmen, hängt nicht bloß von der Verschiedenheit der Thiere und bei Gleichheit dieser von dem Orte, woher die Lymphe genommen, ab, sondern zu einem großen Theile auch von der bei der Untersuchung angewandten Methode. Namentlich ist diese bei der Verschiedenheit in der Menge der Extractivstoffe von großem Einfluß, und dies um so mehr, als stets nur verhältnißmäßig kleine Portionen Lymphe zur Analyse verwandt werden konnten.

Vergleichen wir die Zahl und die Mengen der verschiedenen Bestandtheile, wie sie in den einzelnen Analysen angegeben werden, mit einander, so gewinnen wir dadurch an näherer Kenntniß der wesentlichsten Zusammensetzung der Lymphe. Zugleich giebt diese Zusammenstellung Gelegenheit zu nachträglichen Bemerkungen über einzelne Bestandtheile an die Hand. Die aufgefundenen Bestandtheile sind:

1) Wasser, 925 bis 967 Th. auf 1000 betragend. Die Lymphe aus den Gefäßen scheint fast überall dieselbe Menge Wasser (gegen 960) zu enthalten; nur Lassaigne giebt für die Halslymphe des Pferdes eine niedrigere Zahl an. (Ein etwas längeres Stehenbleiben der diesem Chemiker übersandten Flüssigkeit an der Luft war vielleicht an dieser Differenz Schuld.)

2) Eiweiß, schwankend zwischen 4,34 und 61,0. In letzterer Zahl, welche den Chylus eines hungernden Hundes und nicht reine Lymphe betrifft, sind übrigens auch Fett und Extractivstoffe mit einbegriffen. Merkwürdig wäre die geringe Menge Eiweiß in der Menschenlymphe, von welcher die erstere Zahl hergenommen ist, besonders da ausdrücklich von jener Lymphe gesagt wird, daß sie über dem Feuer gerann, was bei so wenig Eiweiß und einem Salzgehalt von 15,44 nur in einem sehr schwachen Grade geschehen könnte, Sollte nicht wohl bei der Analyse das Eiweiß schon zum Theil zersetzt gewesen sein? Dann blieben 12 und 36 die Grenzen für die Eiweißmenge.

3) Die Extractivstoffe (3,12 bis 15,59) umfassen Speichelstoff, Zomidin, das sogenannte Osmazom, das beim Kochen wegen Anwesenheit des kohlensauren oder freien Alkali's nicht niedergeschlagene Eiweiß und das von Mulder entdeckte Tritoxyd des Proteins. An Scheidung dieser Stoffe hat man bis jetzt nicht gedacht. Da die Quantität der Extractivstoffe in den Analysen von Marchand, Gmelin und mir (in den übrigen fehlt ihre Bestimmung) fast dieselbe ist (falls man in den beiden Analysen Gmelin's eine passende Zahl für die Salze abzieht), so ist die hohe Angabe von Rees sehr auffallend, und es drängt sich die Frage auf, wie dieser Chemiker die Scheidung von dem Eiweiß bewerkstelligt habe. — Ich habe unter den Extractivstoffen weder Harnstoff, noch Käsestoff finden können; doch ist die Untersuchung auf ersteren nicht entscheidend, weil ich nicht weiß, ob die mir übersandte Lymphe sorgfältig genug abgedampft war. Den Mangel des letzteren erkannte ich daran, daß die kochende alkoholische Lösung beim Erkalten gar keinen Niederschlag fallen ließ.

4) Faserstoff in einer Menge von 1,2 bis 5,2. Desgenettes hatte bei einem Ochsen nur 0,82 gefunden. Je nachdem man das Coagulum der Lymphe mehr oder weniger von dem Serum und von den eingeschlossenen Kügelchen befreit, erhält man eine geringere oder größere Menge Fibrin. In den meisten Fällen ist das ganze ausgepreßte Coagulum als Faserstoff angesehen, obgleich doch nicht einmal der durch Rühren erhaltene und gut ausgewaschene frei von Lymphkörperchen sein kann. Die mittlere Zahl bei der

Lymphe der Pferde 2,0 wird daher immer noch zu hoch sein für den reinen Faserstoff.

5) Fett findet sich meist nur in Spuren, einmal in der Menschenlymphe zu 2,64, in der des Ductus thoracicus zu 5,1. Es ließ sich ein fettes und ein flüssiges Fett unterscheiden. Chevreul bemerkt, daß das Fett sauer, gelblich, in Alkohol und Aether gänzlich, durch kaustisches Kali nur zum Theil löslich gewesen sei. Nach Marchand ist es röthlich gefärbt. Ich fand es bei dem Pferde flüssig, gelblich und stark, etwas aromatisch riechend.

6) Blutroth ist nicht regelmäßig vorhanden, und wo dies der Fall, nicht im Serum aufgelöset.

7) Die löslichen Salze steigen von 5,64 bis 15,44 (mit Einschluß des Kalkes). Die größere Menge ist Chlornatrium, dann kohlensaures Alkali, nach Gmelin, Rees und Marchand auch milchsaures oder essigsaures. Ich fand fettsaures. (Die gebundene Kohlensäure und die Fettsäure lassen sich auch unter dem Mikroskope durch Zusatz von Essigsäure zur Lymphe erkennen.) Außerdem werden angegeben phosphorsaures (Gmelin, Nasse) und schwefelsaures Alkali (Rees, Nasse). Die Basis ist größtentheils Natron, doch auch etwas Kali. Die farrenkrautähnlichen Krystalle bei dem Eintrocknen der Lymphe zeigen höchst wahrscheinlich die Anwesenheit von Chlorammonium an.

8) Kalksalze nach der Angabe von Chevreul zu 0,5. Dies war die Menge in der Lymphe des Ductus thoracicus eines hungernden Hundes. Ich habe nur 0,095 phosphorsauren und 0,104 kohlensauren Kalk nebst 0,044 phosphorsaurer und kohlensaurer Magnesia in der Pferdelymphe gefunden. Marchand führt auch schwefelsauren Kalk an.

9) Eisenoxyd in Spuren. Wie dasselbe in der Lymphe enthalten sei, ob wie im Blute an die Körperchen gebunden oder wie im Chylus aufgelöset, ist nicht ermittelt.

Dieselben Bestandtheile wie die Lymphe, und zwar sogar in sehr ähnlichem Verhältniß zu einander, enthalten zwei andere Flüssigkeiten des Körpers, der Chylus und das Blutwasser. Mit beiden die Lymphe genauer zu vergleichen, ist von vielfachem Interesse. Wir fangen mit dem Chylus an. Es versteht sich, daß beide Flüssigkeiten von derselben Thierart, wo möglich von demselben Individuum genommen sein müssen, wenn die Vergleichung von Nutzen sein soll. Gmelin hat von Pferden außer den beiden Analysen der Lymphe und den im Artikel »Chylus« angeführten des Chylus auch noch den Inhalt des Speisesaftganges nach Entziehung der Nahrung untersucht. Ich stelle hier das Mittel aus seinen Analysen für die drei genannten Flüssigkeiten zusammen.

	Lymphe aus den Gefäßen	Lymphe aus dem Ductus thoracicus	Chylus
Wasser	964,350	939,70	943,10
Eiweiß	21,177	40,70	31,35
Faserstoff	1,900	10,60	4,85
Extractivstoffe und Salze in Wasser u. Alkohol lösl.	8,295	8,35	10,60
Extractivstoffe und Salze bloß in Wasser lösl.	2,340	3,05	1,47
Fett	Spuren	wenig	8,20
Verlust	1,938	—	0,48
	1000,000	1000,00	1000,00

Von Rees ist eine vergleichende Analyse der Lymphe und des Chylus desselben Thieres vorhanden (letztere siehe im Artikel »Chylus«). Eine ältere dieser Art, die freilich sehr unvollständig ist, existirt auch noch von Reuß und Emmert. — Alle vorliegenden Thatsachen stimmen fast ganz in folgenden Punkten überein:

1) Die Lymphe enthält mehr Wasser, 2) aber weniger Faserstoff mit Einschluß der Kügelchen (nach Reuß und Emmert, welche indessen das Gerinnsel feucht wogen, ist kein Unterschied vorhanden) und 3) viel weniger Eiweiß, welches, wenn wir auf Prout's Analyse fußen dürfen, dem des Blutwassers ähnlicher ist als dem des Chylus, so wie auch 4) etwas weniger in Alkohol und Wasser löslichen Extractivstoff, dagegen 5) mehr Extractivstoff, der in bloßem Wasser löslich, 6) statt der oft ziemlich beträchtlichen Menge Fett im Chylus nur wenige Spuren, und 7) auch nach Rees weniger Salze im Ganzen, wenn auch mehr kohlensaures (und milchsaures) Alkali.

Vergleichen wir nun die aus den Lymphgefäßen ausfließende Flüssigkeit mit der aus dem Speisesaftgange hungernder Thiere erhaltenen, so treffen wir auf ganz dieselben Unterschiede in Hinsicht des Gehaltes an Wasser, Faserstoff, Eiweiß, Fett und Extractivstoffen der beiden Arten, so daß die vorher schon ausgesprochene Vermuthung zur Gewißheit wird, der Chylus hungernder Thiere habe seine von der übrigen Lymphe abweichenden Eigenschaften der noch fortdauernden Aufnahme von Speiseresten und Galle zu verdanken. Sein vorwaltender Reichthum an Faserstoff (in der Analyse von Gmelin) ist dagegen wahrscheinlich aus dem Vorwalten der aus der Milz und Leber kommenden Lymphe zu erklären, von denen diese reich an Faserstoff sein soll, und jene im nüchternen Zustande sehr viele Blutkörperchen enthält, die in der Analyse auf die Rechnung des Faserstoffes gekommen sind.

Was die äußeren Verschiedenheiten der Lymphe der Gliedmaßen und des Beckens von dem Chylus anbelangt, so wissen wir, 1) daß jene Flüssigkeit langsamer und schwächer gerinnt als der vollständige Milchsaft, 2) daß sie im frischen Zustande klarer, heller und durchsichtiger ist als der viele feine Fettpartikelchen in Suspension enthaltende Chylus, und nicht so viele Blutkörperchen mit sich führt, wie der ohne Nahrung gebildete Inhalt des Ductus thoracicus, und daß noch mehr ihr Serum durch seine fast wasserhelle dünne Beschaffenheit von dem trüben, milchigen des vollständigen Chylus und dem gelblichen, immer etwas trüben und dabei klebrigen des bei leerem Darmkanal gebildeten sich unterscheidet, 3) daß sie einen kleineren Kuchen als die beiden Arten des Chylus liefert, 4) daß sie weniger Kügelchen als der ohne Nahrung entstandene Chylus, oft aber nach meinen Beobachtungen weit mehr als der einige Stunden nach der Verdauung gesammelte, enthält, und daß 5) ihre Kügelchen den oben näher erörterten Unterschied von den Chyluskörperchen darbieten.

Weil die Lymphe dem Chylus sehr gleicht und außer durch die geringere Consistenz nur durch den Mangel des Fettes sich von demselben unterscheidet, so war es möglich, daß man den Chylus auch für eine aus dem Blute entspringende Flüssigkeit und für kein Product der Verdauung erklärte. Dies ist denn noch neuerdings von Bouchardat und Sandras geschehen, und zwar aus dem Grunde, weil sie fanden, daß der Chylus dieselbe Beschaffenheit zeigte, mochten ihre Hunde Faserstoff oder Stärkemehl oder gar nichts gefressen haben. Sie hätten aber wohl wissen können, daß diese

Thiere weder aus reinem Faserstoff noch aus Stärkemehl Speisesaft zu bilden im Stande sind.

Statt nun zweitens mit dem Blutwasser die Lymphe zu vergleichen, wollen wir sie der Blutflüssigkeit mit Einschluß des Faserstoffes gegenüber stellen. Da ich gefunden habe, daß die Flüssigkeit, welche man bei faserhäutigem Blute der Pferde und auch der Menschen vor der Gerinnung abschöpft, ungefähr die Hälfte mehr Faserstoff liefert als dasselbe Blut mit Einschluß des Cruors, so läßt sich auch der Faserstoffgehalt des Liquor sanguinis des gesunden Blutes bestimmen. Es folgen hier nun die quantitativen Angaben der Bestandtheile der Blutflüssigkeit von Menschen und Pferden, doch nur, wie es hier nicht anders erforderlich ist, in ganzen Zahlen, als das ungefähre Mittel aus mehrfachen Analysen.

	Mensch	Pferd
Wasser	908	918,0
Eiweiß	74	66,0
Extractivstoffe	4	4,0
Faserstoff	3	2,6
Fett	2	0,4
Lösliche Salze	8	8,0
Kalksalze mit Magnesia und etwas Eisen	1	1,0
	1000	1000,0

Demzufolge enthält die Lymphe der Gliedmaßen im Vergleich mit der farblosen Blutflüssigkeit 1) durchgehends mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile, 2) namentlich weniger Eiweiß, 3) weniger Fett, 4) aber mehr Extractivstoffe und 5) oft auch mehr Faserstoff, was indessen vielleicht nur die Folge der eingeschlossenen Lymphkügelchen ist, so wie auch 6) bei dem Menschen (nach Marchand), nicht aber bei dem Pferde und dem Esel (nach allen Analysen, mit Ausnahme der von Lassaigne), mehr Salze.

Noch von mehr Interesse, als diese Zusammenstellung, ist die Vergleichung der beiden Flüssigkeiten in Hinsicht des Verhältnisses der festen Bestandtheile zu einander. Ich habe ganz auf dieselbe Weise, wie die Lymphe, das Blutwasser zweier Pferde untersucht, von denen das eine an chronischer Nasenblennorrhöe litt (Serum 1), das andere aber gesund war (Serum 2). Von beiden Untersuchungen setze ich hier die Resultate neben die Analyse der Pferdelymphe.

	Lymphe	Serum 1	Serum 2
Eiweiß	78,222	82,929	83,052
Wasserextract	6,496	3,115	2,025
Spiritusextract	1,754	1,516	2,975
Alkoholextract	1,510	1,330	
Fett	0,176	0,302	0,475
Lösliche Salze	11,222	9,237	9,913
Kalksalze	0,398	0,527	1,262
Magnesiasalze	0,088	0,083	0,298
Kieselerde und Eisen	0,134	0,971	
Unverbrannter Rest	— —		
	100,000	100,000	100,000

Unter dem Eiweiß der Lymphe sind hier auch Faserstoff und Lymphkörperchen mit einbegriffen, so daß also die Menge des aufgelöseten Eiweißes noch viel geringer ausfallen würde. Bei der Behandlung des nach Ausziehung mit Aether, Alkohol und Spiritus übrig gebliebenen Rückstandes der Proteinverbindungen mit Wasser, lief bei der Lymphe das Filtrat etwas getrübt durch das Filtrum, was bei dem Serum nicht der Fall war. Wahrscheinlich hat dieser Umstand einigen Einfluß gehabt auf den Unterschied beider Flüssigkeiten im Gehalt an Wasserextract. Die Extractivstoffe sind oben alle nach Abzug der mit ihnen zugleich ausgezogenen Salze berechnet. Das Verhältniß der Salze in den einzelnen Extracten (a. Alkoholextract, b. Spiritusextract, c. Wasserextract) war folgendes:

	Lymphe			Serum 1			Serum 2	
	a	b	c	a	b	b	a u. b	c
Lösliche Salze	1,256	3,562	5,953	1,860	3,843	2,855	7,990	2,100
Unlösl. Rückstand	0,012	0,019	0,100	0,019	0,018	0,139	0,035	0,120
Organ. Substanz	1,510	1,754	6,496	1,330	1,516	3,115	2,975	2,025
	2,778	5,335	12,549	3,209	5,377	6,109	11,000	4,245

Diese Angabe der Zusammensetzung der Extracte liefert den Beweis, daß der Unterschied beider Flüssigkeiten in der Menge der Extractivstoffe nicht durch das Verfahren, durch eine verschiedene Stärke der Einwirkung der auflösenden Mittel, bedingt ist, sonst müßten bei der Lymphe zugleich mit den Extractivstoffen durch Alkohol und Weingeist auch mehr Salze als beim Serum ausgezogen sein, zumal da dies an denselben ärmer ist. Obige Analyse zeigt aber gerade das Gegentheil davon.

Das Resultat der Vergleichung beider Flüssigkeiten nach dem Verhältniß ihrer festen Bestandtheile zu einander ist demnach folgendes: 1) der Rückstand der Lymphe enthält verhältnißmäßig mehr lösliche Salze und 2) mehr Extractivstoffe, aber 3) weniger Proteinverbindungen und 4) viel weniger Fett als das getrocknete Serum.

Was endlich noch das Verhältniß der einzelnen löslichen Salze zu einander anbelangt, so gewährte mir die erste Analyse des Pferdeserums das überraschende Resultat, daß die einzelnen Salze fast ganz in demselben Verhältniß wie bei der Lymphe zu einander standen. Beide Analysen waren auf dieselbe Weise vorgenommen. Als ich darauf die Untersuchung der Salze des Blutwassers von einem gesunden Pferde wiederholte, fand ich jedoch einige Abweichungen, namentlich in Betreff des kohlensauren Alkali's, das verhältnißmäßig nicht so viel betrug als bei der Lymphe und dem zuerst analysirten Serum. Daran war hauptsächlich die Methode der Bestimmung der Kohlensäure Schuld, und ich kann nicht verhehlen, daß die zuerst, nämlich bei der Lymphe und dem Serum 1 befolgte, weniger genau als die bei Serum 2 angewandte ist. Ueberhaupt aber muß ich eingestehen, daß die Bestimmung der Menge der kohlensauren oder der in dieselben beim Calciniren einer organischen Materie verwandelten Salze sehr mißlich ist, da nicht bloß Salze mit organischer Säure, sondern auch ein Theil der Chlorsalze durch die große Hitze sich zersetzen.

Die dritte Analyse (Serum 3) bezieht sich auf ein an chronischem Rotze leidendes Pferd. Es waren die vier Portionen Salz folgendermaßen zusammengesetzt:

	Lymphe	Serum 1	Serum 2	Serum 3
Chlornatrium	73,48	71,91	74,39	77,06
Kohlensaures Alkali	20,23	20,50	11,89	8,61
Schwefelsaures Alk.	4,15	5,54	10,97	11,22
Phosphorsaures Alk.	2,14	2,05	2,75	3,11
	100,00	100,00	100,00	100,00

In der Lymphe war, wie oben bemerkt worden, fast die eine Hälfte des kohlensauren Alkali's vor der Verbrennung ein fettsaures gewesen. Wie viel von diesem in dem Blutwasser sich befunden hatte, ist nicht genau ermittelt worden; auf jeden Fall aber viel weniger als in der Lymphe, höchstens 5%.

Zuletzt bleibt noch das Verhältniß der beiden Kalksalze, des kohlensauren und phosphorsauren, zu betrachten übrig. In dem Serum befindet sich zwei- bis dreimal mehr Kalk als in der Lymphe, und zwar von beiden Verbindungen eine größere Menge, verhältnißmäßig am meisten aber doch von dem nach der Calcination als kohlensauren Kalk sich darstellenden. In der Lymphe verhält sich der phosphorsaure zu diesem wie 10 : 11, in dem Serum wie 10 : 15.

Die Lymphe ist demnach eine verdünnte Blutflüssigkeit, in welcher im Verhältniß zum Eiweiß und Fett die (fast in demselben Verhältniß zu einander stehenden) löslichen Salze und Extractivstoffe vorwalten.

Da im thierischen Körper abnormer Weise seröse Flüssigkeiten sich anhäufen, die eben so wässerig sind wie die Lymphe, so haben wir auch mit diesen die Lymphe zu vergleichen.

Tiedemann und Gmelin theilen eine Analyse von dem Liquor peritonaei desselben Pferdes mit, von dem sie die Lymphe untersuchten (Vers. 33). Sie ist folgende:

Wasser . . .	976,20
Eiweiß . . .	11,90
Alkoholextract .	9,53
Wasserextract .	2,37
	1000,00

Ich habe zwar von anderen Thieren, aber noch nicht von Pferden hydropische Flüssigkeiten untersucht. Dagegen fehlt es mir nicht an Analysen von Flüssigkeiten dieser Art aus dem menschlichen Körper. Hier stelle ich zwei derselben neben einander, die mit der Lymphe im Wassergehalt ganz genau übereinstimmen; die erste ist aus dem wassersüchtigen Eierstocke durch Punction gewonnen, die zweite aus dem Bauche eines gestorbenen neugeborenen Kindes ausgeflossen.

	1	2
Wasser	965,8	958,5
Eiweiß	27,1	32,2
Extractivstoff . .	1,1	
Faserstoff . . .	1,0	1,0
Fett	0,5	0,8
Lösliche Salze . .	4,5	7,5
	1000,0	1000,0

Die Uebereinstimmung der Zusammensetzung dieser pathologischen Flüssigkeiten mit dem Inhalt der absorbirenden Gefäße ist augenfällig, zumal wenn man dabei bedenkt, daß die Lymphkörperchen dort durch einzelne Eiterkügelchen ersetzt wurden.

Was von den Verschiedenheiten der Lymphe nach den Körpertheilen bekannt ist, wurde oben schon erwähnt. Es beschränkt sich fast nur auf einzelne äußere Unterschiede, namentlich auf die Farbe (die Lymphe der Gliedmaßen ist die klarste, die der Milz ist oft röthlich, die der Leber zuweilen eben so, doch meist gelblichgrau und dabei sehr gerinnbar); daß aber auch chemische Unterschiede existiren müssen, ergiebt die nähere Betrachtung der Entstehungsart dieser Flüssigkeit. Die Auffindung solcher jedenfalls nicht beträchtlichen Unterschiede ist leider mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden. Dasselbe gilt von der Vergleichung der Lymphe vor und nach ihrem Durchtritt durch die Lymphdrüsen.

Nicht minder herrscht die größte Dunkelheit in Betreff der Modificationen, welche nach dem Alter (von dem Geschlechte gar nicht einmal zu reden) des Individuums in der Lymphe sich finden müssen; kaum wissen wir Einiges, und dabei noch sehr Zweifelhaftes, über die Modificationen nach der Thierart. Auch von dem Einflusse der Nahrung ist Nichts aufgezeichnet, und bei den Angaben über die Veränderung der Lymphe durch Hungern stoßen wir in Betreff der Gerinnungszeit auf Abweichungen. Es war schon weiter oben davon die Rede, wie die Gerinnung der Lymphe durch das Hungern bald verspätet, bald vorgerückt, bald ganz aufgehoben wird; hier sind nun auch die chemischen Verhältnisse zu betrachten. Was Collard de Martigny beobachtete, daß bei hungernden Hunden die Menge, Consistenz, Klebrigkeit, Stärke des Geruchs und Röthe des Chylus bis zum zwölften Tage zunehmen, dann aber sich vermindern, und daß später auch die Gerinnbarkeit aufgehoben wird, ist auch für die Lymphe von Belang, da jener Chylus fast nur aus Lymphe bestehen konnte. Das eine Pferd, dessen Lymphe Gmelin untersuchte, hatte 24 Stunden gehungert, das zweite vor 5 Stunden viel Hafer gefressen; es ist deßhalb nicht sehr unwahrscheinlich, daß der oben in der Analyse verzeichnete und im äußern Verhalten der beiden Flüssigkeiten von jenem Chemiker beobachtete Unterschied von der früheren und späteren Aufnahme der Nahrung abhing. Demnach nähme in der ersten Zeit des Hungerns die Menge des Kuchens, des Faserstoffs mit den eingeschlossenen Körperchen, so wie auch die des Eiweißes zu. Auch bei Fröschen habe ich, nachdem sie einige Wochen in der Gefangenschaft sich befunden, stets ein größeres Gerinnsel sich bilden sehen als vorher. Bei den Kälbern, die 24 bis 48 Stunden gehungert hatten, fand ich in der Milzlymphe ebenfalls ein größeres Coagulum als bei den vor Kurzem noch mit Milch gefütterten. Diese Vergrößerung des Kuchens hing von der Vermehrung der Zahl der Blutkörperchen ab; die Zahl der Lymphkörperchen hatte dagegen abgenommen. In dieser Erscheinung, so wie allerdings auch noch in der Abnahme des Wassergehaltes des ganzen Körpers ist der Grund zu suchen, weßhalb der Kuchen der Lymphe durch das Hungern in der ersten Zeit größer als sonst ist. Es stimmt hiermit das Verhalten des Blutes zu derselben Zeit vollkommen überein. — Die neuesten Beobachter, Gruby und Delafond, versichern dagegen, die Lymphe aus der Lendengegend und von dem Halse nach der Fütterung gerade so wie bei nüchternen Thieren gefunden zu haben; doch fügen sie hinzu, daß die Lymphe aus der zuerst genannten Gegend nach dem Hungern mehr Fett und weniger Faserstoff,

die aus der zuletzt genannten aber im Gegentheil weniger Fett und mehr Faserstoff enthalten habe. Dieser Unterschied ist gewiß durch die Verschiedenheit der Organe, von denen die Flüssigkeit herkam, bedingt gewesen und wird sich, wie sich mit der größten Wahrscheinlichkeit schließen läßt, auch nach der Fütterung, wenn auch in einem viel geringern Grade, wiederfinden lassen.

So wie wir die Menge der binnen einer gegebenen Zeit im ganzen Körper gebildeten Lymphe gar nicht zu schätzen im Stande sind, so läßt sich auch nur ein unsicheres Urtheil über die relative Verschiedenheit in der Menge der unter verschiedenen Verhältnissen in die Lymphgefäße eindringenden Flüssigkeit fällen, denn wir können unser Urtheil nur auf den Grad der Anfüllung der Gefäße, nicht aber zugleich auf den Grad der Schnelligkeit der Fortbewegung gründen. Es steht deßhalb noch nicht über allem Zweifel die Behauptung, daß in der Kindheit verhältnißmäßig mehr Lymphe gebildet werde, und daß ein Gleiches bei längerer Entziehung fester Nahrung der Fall sei. An Wahrscheinlichkeit gewinnt sie jedoch, wenn als allgemeines Gesetz ausgesprochen werden kann, daß überall bei Wässerigkeit des Blutes die Menge der Lymphe in den Gefäßen vermehrt sei, da wir keine Ursache haben, die Treibkraft für die Lymphbewegung in allen diesen Fällen für vermindert zu halten. Bei den lymphreichen Amphibien sind sogar für die große Menge Lymphe besondere bewegende Organe vorhanden. Die durch Blutverlust geschwächten Menschen haben weite Lymphgefäße, und die sogenannte leukophlegmatische Constitution zeigt zugleich wässeriges Blut und viel Lymphe. Die wassersüchtigen Leichen haben sehr weite Lymphgefäße. In der Bleichsucht der Schaafe ist dasselbe der Fall. Ueber den Zusammenhang der Blutbeschaffenheit mit der Bildung der Lymphe wird weiter unten noch näher die Rede sein.

In Betreff der **Pathologie der Lymphe** sind nur die gröbsten äußerlich wahrnehmbaren Veränderungen bekannt, Beimischungen von Blut, Eiter und Tuberkelmasse, so wie von Kalk. Bei Blutstockungen, Entzündungen, bei der Rose hat man den Inhalt der Lymphgefäße ganz roth gefunden. Der Eiter in diesen Kanälen ist wohl in der Regel in denselben selbst entstanden, auch selbst in denjenigen Fällen, wo die Lymphgefäße von einem Theile kommen, welcher Eiter eingeschlossen enthält oder eine Geschwürsfläche besitzt. Die Entzündung dieser Gefäße ist gar nicht selten und daher wird auch Eiter in ihnen entstehen können, der aber nur bei sehr ausgebreitetem Leiden sich anhäuft. Da jedesmal bei Eiterung der Lymphgefäße auch Faserstoffgerinnsel in ihnen gefunden werden, so können diese nach Analogie der Phlebitis als Ursache der Stockung mit Recht betrachtet werden, welche Stockung später dadurch verschwindet, daß die festen Pfropfen ebenfalls zu Eiter sich umgestalten. Die directe Beobachtung, wie solche **Cruveilhier** bei dem sporadischen Kindbettfieber anzustellen Gelegenheit hatte, bestätigt diese Behauptungen. Auch liefert die sogenannte Wurmkrankheit der Pferde ein Beispiel dieser Erkrankung. Vergebens hat man dagegen in der Nachbarschaft der Abscesse die Lymphgefäße auf einen Inhalt von Eiter untersucht. Gewöhnlich verhalten sie sich dabei ganz normal. Die ausgebreitetste Anfüllung der Lymphgefäße mit krankhafter Lymphe kommt beim Krebs der Brustdrüse und beim Markschwamm des Hodens vor. Ich fand einmal nach Amputation eines krebsigen Penis die Lymphgefäße des Beckens ganz ausgedehnt und mit einer trüben jaucheähnlichen Flüssigkeit angefüllt. Auch bei brandiger Zerstörung großer Flächen ist ein ähnlicher Befund beobachtet

worden. In diesen letzteren Fällen, wo Verletzung des Zusammenhanges der Anfänge der Lymphgefäße erfolgte, konnte die vorgefundene Flüssigkeit vielleicht von außen her in dieselben eingedrungen sein. Durch die gleichzeitige Affection der Lymphdrüsen muß dann eine Stockung im Laufe der Lymphe entstehen. — Stockender Eiter verwandelt sich mit der Zeit in den Lymphgefäßen gerade so wie an anderen Orten in eine dem Glaserkitt ähnliche Masse, die sehr viel Aehnlichkeit mit der alten Tuberkelsubstanz zeigt. Diese letztere kommt am häufigsten in den Vasa lactea vor, doch auch in den Lymphgefäßen der tuberkulösen Lunge. Man kann stets nachweisen, daß so entartete Lymphgefäße von geschwürigen Stellen ausgehen. Die Lymphgefäße verhalten sich in dieser Beziehung verschieden von den Lymphdrüsen, welche oft tuberkulös sind, ohne Leiden der Organe, deren Lymphe sie aufnehmen. — Es ist eine auch für die Entstehung der normalen Lymphkörperchen wichtige Frage, wie das tuberkulöse Leiden in den genannten Gefäßen und Drüsen zu Stande komme, ob durch Stockung der von den Organen her zugeführten Kügelchen oder durch Bildung von den Wandungen der Schläuche aus. Es fehlt mir hierüber an eigenen Untersuchungen und ich kann mich nur auf Klencke beziehen, der gefunden haben will, daß die letztere Annahme die richtige sei. — Die Anhäufung kreideartiger Masse und das Vorkommen von Steinchen in den Lymphgefäßen sind wahrscheinlich immer Folge der Tuberkeln oder der Eiterstockung. — Zuletzt sei auch noch der abnormen Ausdehnung der Lymphgefäße im Vorübergehen gedacht. Es ist zwar oft der Fall, daß dieselbe eine Folge eines wahrnehmbaren Hindernisses ist, z. B. in den Eingeweiden des Bruchsackes, bei Entartung der Lymphdrüsen, bei einer hypertrophischen Leber, bei Geschwülsten in der Leistengegend; zuweilen sind aber die Drüsen ganz gesund und nirgends ein Druck auf einen Theil des lymphatischen Systemes wahrnehmbar, und doch ist die Erweiterung dieser Gefäße höchst beträchtlich. Ein bekanntes Beispiel dieser Art ist der von Amussat beobachtete, von Carswell erzählte und durch Abbildung erläuterte Fall. Auch Hausmann erwähnt ausdrücklich, daß beim Rotz der Pferde und beim Speckbein derselben die Drüsen ganz durchgängig gefunden werden, obgleich dort die Lymphgefäße in der Lunge und hier die am Beine ausnehmend weit seien, an letzterem Orte sogar so dick wie die Hautvenen. Anschwellung einzelner Lymphgefäße in der Bindehaut sind nicht selten. Auch die gleiche Veränderung in der Nachbarschaft localer Wasseransammlungen gehört noch hierher. Fragen wir nach den Ursachen dieser krankhaften Erscheinung, so stellen sich uns als solche dar sowohl die mechanische Ausdehnung der Lymphgefäße in Folge der Ausdehnung des entsprechenden Körpertheils, so wie ja auch die Hautvenen über Geschwülsten sich ausdehnen, als auch die jene krankhaften Zustände begleitende Muskelschwäche und gleichzeitige Verminderung der Contractilität der Gefäßwandungen. Begünstigend wirkt außerdem die oben bezeichnete Blutveränderung, welche die meisten Kachexien begleitet.

Nachdem nun alle bekannten Eigenschaften der Lymphe beschrieben und mit denen ähnlicher thierischer Flüssigkeiten verglichen sind, wenden wir uns zum letzten Theil unserer Aufgabe, zu der Betrachtung, woher die Lymphe entspringe und welche Bedeutung ihre Bildung für die Oekonomie des menschlichen und thierischen Organismus habe.

So wie jede außerhalb des blutführenden Gefäßsystemes befindliche Flüssigkeit des Körpers mit Ausnahme des Productes der Verdauung aus dem Blute ausgetreten ist, so ist auch die Lymphe ein Secret aus demselben.

Durch die Wandung der Haargefäße schwitzt fortwährend ein Theil der farblosen, die Blutkörperchen in Suspension haltenden Flüssigkeit aus, die zur Ernährung der festen Gebilde dient und welche das Material zur Bildung der Secrete liefert. Von dieser das Parenchym aller Organe tränkenden Flüssigkeit stammt die Lymphe her. Sie gelangt erst auf diesem Wege und nicht unmittelbar aus den Blutgefäßen in die Lymphgefäße, denn, wenn auch an einzelnen Stellen des Körpers eine unmittelbare Verbindung der Blutgefäße mit den Lymphgefäßen existirt, so ist doch eine allgemein verbreitete weder nachzuweisen noch wahrscheinlich.

Es fehlt uns jede andere Gelegenheit, das unmittelbare Secret der Haargefäße in seiner Zusammensetzung zu studiren, als die, wo es sich in Folge abnormer Verhältnisse in einer großen Menge anhäuft. Ist die Ursache dieser krankhaften Erscheinung nicht entzündlich, so zeigt sich, was wir oben gesehen haben, zwischen der angesammelten Flüssigkeit und der Lymphe eine so große Aehnlichkeit, daß die in früherer Zeit übliche Bezeichnung der hydropischen Flüssigkeit als Lymphe sehr leicht begreiflich ist. In denjenigen Fällen aber, wo die Entzündung, wenn auch nur sehr gering und chronisch, an der Erzeugung des krankhaften Productes irgend einen Antheil gehabt, oder wo eine abnorme Beschaffenheit des Blutes obgewaltet, oder wo die ergossene Flüssigkeit lange gestockt hat, beträgt ihr Gehalt an festen Bestandheilen so viel oder auch selbst unter Umständen noch mehr als im Blutwasser, wenn auch sonst stets weniger, ja selbst noch weniger als die Lymphe (zuweilen nur 1 Proc.). Eine eben so wesentliche Uebereinstimmung der hydropischen Flüssigkeit mit der Zusammensetzung der Lymphe im Gegensatz zum Blutwasser besteht darin, daß dort die löslichen Salze stets im Verhältniß zu den organischen Substanzen vorwalten Diese letzteren sind dieselben wie in der Lymphe. Außer Eiweiß finden sich in der hydropischen Flüssigkeit Faserstoff, oft schon abgelagert oder zur Bildung von Exsudatkörperchen verwandt und daher scheinbar fehlend, thierischer Extractivstoff und etwas Fett. Spuren von Farbestoff und auch zuweilen von Harnstoff kommen ebenfalls vor. Die löslichen Salze, sowohl die alkalinischen als die erdigen, sind der Qualität nach dieselben wie im Serum und in der Lymphe; auch ihr Verhältniß zu einander entspricht dem in diesen letzteren Flüssigkeiten in der Hauptsache. — Mögen wir uns auch die Aehnlichkeit der ganz frisch in normaler Menge und Zusammensetzung aus den Gefäßen ausgeschwitzten Flüssigkeit mit der Lymphe noch so groß vorstellen, so ist es doch nicht möglich, daß diese jener (in demselben Theile des Körpers) vollkommen gleicht, weil bis zum Eintritt der Parenchymflüssigkeit in die Lymphgefäße verschiedene Veränderungen in ihr vor sich gehen, die auf die Mischungsverhältnisse von Einfluß sein müssen. Die genannte Flüssigkeit giebt nämlich einen Theil ihrer Bestandtheile, der allerdings im Verhältniß zur ganzen Menge nur gering sein kann, für die Ernährung ab und nimmt dafür einen andern auflöslich gewordenen wieder auf. Ist nun das Organ ein absonderndes, so geht, je nach der Natur des Abgesonderten, bald mehr Wasser, bald mehr Kohlensäure, bald mehr Eiweiß, oder ein anderer fester Bestandtheil verloren. So muß also, falls auch überall, was jedoch aus mehreren Gründen nicht möglich ist, die ausgetretene Flüssigkeit ganz und gar dieselbe Beschaffenheit hätte, die Lymphe doch in jedem Organe eine verschiedene Zusammensetzung haben. Der bei der Ernährung stattfindende Verlust an festen Bestandtheilen betrifft den Faserstoff, das Eiweiß und das Fett und dann den freien im Serum diffundirten oder an leicht desoxydirbare Bestandheile des Blutes, namentlich an das Eisen-

oxyd und auch an das Proteinoxyd gebundenen Sauerstoff. Dafür werden wieder aufgelöset thierische Oxyde, Harnstoff und Harnsäure oder Stoffe, die in ihrer letzten im Körper zu erleidenden Metamorphose in die zuletzt genannten sich umwandeln (hauptsächlich die sogenannten Extractivstoffe), vielleicht auch der wesentliche Bestandtheil der Galle, ferner Fettsäure, so wie die noch sehr fragliche Milchsäure, auf jeden Fall aber Kohlensäure nebst den beiden an Alkali gebundenen Säuren, welche aus dem mit dem Eiweiß und Faserstoff verbunden gewesenen Schwefel und Phosphor sich gebildet haben. Von diesen neu hinzugekommenen Bestandtheilen der Parenchymflüssigkeit kann nun wieder ein Theil in das Blut zurückkehren. Insofern sie nämlich dem Blute fremdartig sind, suchen sie vermöge des rein physikalischen Gesetzes der Endosmose und Exosmose in die Blutgefäße einzudringen und deren Inhalt in ein chemisches Gleichgewicht mit der Parenchymflüssigkeit zu setzen. Je fremdartiger sie den Bestandtheilen des Blutes sind, desto leichter werden sie den anhaltenden und kräftigen Strom überwinden, welcher theils in Folge des vom Herzen bewirkten Druckes, theils wegen des beständigen Uebergangs der Parenchymflüssigkeit in die immer von Neuem sich entleerenden Lymphgefäße und Secretionskanäle, theils vielleicht auch wegen eines immerhin möglichen, wenn auch nicht nachweisbaren, besonderen Baues der Haargefäße von der innern Oberfläche derselben nach der äußeren hingeht. Von denjenigen Bestandtheilen, welche denen des Blutes gleichartig sind, kann zwar keiner wieder in das Blut zurückkehren, es vermag aber das durch die Absonderungen entstandene relative Uebergewicht des einen oder des anderen Bestandtheils in jener Flüssigkeit eine entgegengesetzte Modification in der Zusammensetzung der ausströmenden Flüssigkeit hervorzubringen.

Wie viel nun von der durch den Stoffwechsel flüssig gewordenen Substanz in die Blutgefäße eindringt, läßt sich gar nicht berechnen. Wäre ihre Menge größer oder der Blutstrom langsamer, so könnte eine Vergleichung des arteriellen Blutes mit dem venösen hierüber Aufschluß geben. Die Wahrscheinlichkeit, daß auch innerhalb des Gefäßsystemes Zersetzung stattfindet, wie namentlich Bildung der Harnsäure, so wie Oxydation und Desoxydation des Faserstoffes, würde jedoch den Werth dieser Resultate beträchtlich verringern.

Daß nun ein Theil der in Rede stehenden Stoffe zugleich mit den nicht umgewandelten Bestandtheilen der Parenchymflüssigkeit in die Lymphgefäße übergeht, zeigt die Vergleichung der Analyse der Lymphe mit der des Blutwassers. So ungenügend in mancher Hinsicht die vorliegenden Thatsachen auch noch sind, so wissen wir doch, daß die Menge der Extractivstoffe im Verhältniß zum Eiweiß größer in der Lymphe als im Blutwasser ist. Bei aller bisherigen Unkenntniß der elementären Zusammensetzung der Ertractivstoffe ist es aber doch wahrscheinlich, daß sie aus Oxydation des Proteins und des Fettes entstandene Producte des Stoffwechsels sind, weßhalb sie sich denn auch in dem Urin vorfinden, der keine andere noch zur Ernährung brauchbare Bestandtheile ausscheidet. Auch das Vorwalten des verseiften Fettes ist wenigstens in der Halslymphe oben dargethan. Zu bedauern ist, daß bis jetzt über die Anwesenheit des Harnstoffes in der Lymphe kein entscheidendes Urtheil gefällt werden kann. In der Lymphe der Secretionsorgane wird natürlich derjenige Extractivstoff, welcher dort zur Bildung des Secrets verwandt wird, fehlen, außer wo bei gehemmter Ausleerung das Secret von den Lymphgefäßen wieder aufgenommen wird, gerade so wie auch die Galle sich dann in den Lymphgefäßen der Leber wiederfindet. — Der in Vergleich

mit dem Serum in der Lymphe vorhandene beträchtliche Mangel an organischen Bestandtheilen im Verhältniß zu den Salzen kann keineswegs durch den Verlust bei der Ernährung entstanden sein, da diese nur unmerklich stattfindet. Ueberdies beweisen die chemischen Analysen, daß auch in jeder hydropischen Flüssigkeit die Salze im Verhältniß zu dem Eiweiß auf ähnliche Weise vorwalten und daß auch in den Secreten, mögen diese bloß zur Ausscheidung aus dem Körper, wie Urin, Schleim und Schweiß, oder zur Wiederaufnahme in das Blut, wie der Speichel, bestimmt sein, die Salze viel reichlicher in Verhältniß zu den organischen Bestandtheilen sich vorfinden, so daß wir uns also genöthigt sehen, ein Vorwalten der Salze gegen die organischen Bestandtheile schon in der Flüssigkeit, wie sie durch die Wandung der Haargefäße durchschwitzt, anzunehmen. Auf gleiche Weise ist ja auch der größere Wassergehalt der Lymphe ein schon während der Durchschwitzung der Parenchymflüssigkeit aus den Gefäßen bedingter. Die Salze, wie nicht anders zu erwarten war, zeigen unter sich in der Lymphe des Halses fast dasselbe Verhältniß wie in dem Blutwasser, sind also schon in diesem Verhältniß aus dem Blute übergetreten. Daß sie aber dasselbe auch in der Lymphe der Secretionsorgane, wie etwa in den Nieren und der Leber bewahren, ist sehr zweifelhaft. — Die obige Vergleichung der Zusammensetzung des Blutwassers mit der Lymphe ergab auch einen relativ geringeren Gehalt von Fett in dieser; es ist sehr wahrscheinlich, daß der Verlust an Fett zum Theil durch eine Fettsäure, die sich mit dem freien oder kohlensauren Alkali verbunden, ersetzt war.

Daß die aus dem Blut in das Parenchym oder Zellgewebe durchschwitzende Flüssigkeit in allen Organen dieselbe Mischung habe, ist nicht möglich. Ganz abgesehen von einer etwaigen Verschiedenheit in der Natur der Haargefäße muß die Verschiedenheit des Herzdruckes und die bei geringem Herzdruck mögliche Rückwirkung der specifischen Exosmose der Secretionskanäle auf die Beschaffenheit der zwischen diesen und den Haargefäßen befindlichen Flüssigkeit die Mischung der fortwährend neu hinzutretenden bestimmen. Auch selbst in diesem Falle, noch mehr aber, wenn während der Gesundheit in allen Organen des Körpers diese Mischung sich stets gleich bliebe, muß die aus den Secretionsorganen zurückkehrende Lymphe eine andere Zusammensetzung haben, im Allgemeinen mehr Eiweiß und weniger Wasser enthalten, als die in den nicht absondernden Theilen gebildete. Aber auch selbst die letztere kann nicht überall gleich sein, denn an diesem Orte scheidet sich aus der vom Blute ausgesonderten Serosität Fett, an jenem Faserstoff oder Eiweiß aus.

Es ist also die Lymphe die aus den Haargefäßen ausgetretene wässerige Flüssigkeit, welche modificirt ist, durch Verlust von organischen zur Bildung der Elementartheile verwandten und von anderen in die Secretionskanäle übergegangenen Bestandtheilen, so wie durch Aufnahme der in Folge des Stoffwechsels löslich gewordenen Substanzen, und welche stets noch unverbrauchte zur Bildung taugliche Materie enthält. In ihr befindet sich daher sowohl der wieder dem Blute zur fernern Verwendung zuzuführende Ueberschuß des aus demselben ausgetretenen Bildungsmaterials, als auch eine Anzahl zur Ausscheidung aus dem Körper bestimmter, den Secretionsorganen durch den Kreislauf zuzuleitender Stoffe. Und somit haben sowohl diejenigen der älteren Physiologen Recht, welche die Lymphe als einen Theil des arteriellen Blutes betrachteten, als die anderen, welche dieselbe als ein Product der Stoffumwandlung ansahen. — Insofern die die Elementarzellen umgebende Flüssigkeit das Primäre bei der Bildung des Embryo ist, und die Blutgefäße erst später sich ent-

wickeln, ist man auch berechtigt, das Rudiment der Urflüssigkeit, die Eiflüssigkeit, in der Lymphe wieder zu erkennen. — Aber auch unter dem Gesichtspunkte eines Secrets läßt sich die Lymphe auffassen, denn so wie jenes in den Drüsen aus dem zwischen Capillargefäßen und blinden Schleimhautkanälen intermediären Gewebe in die letzterer durchschwitzt, so tritt diese in die Anfänge der Lymphkanäle über. Nur sind diese höchst wahrscheinlich geschlossenen Anfänge der Lymphgefäße viel feiner als die der Drüsen und besitzen weder specifische Anziehungskraft, noch stehen sie in Verbindung mit Zellen, die ihren specifischen Inhalt in sie übertreten lassen.

Bei den Menschen und Wirbelthieren schwitzt demnach aus den Blutgefäßen in Folge verschiedener Ursachen mehr Flüssigkeit aus, als zur Ernährung und Secretion verbraucht wird. Dieser Ueberschuß kann nicht unmittelbar in das Blut wieder zurückkehren, sondern muß nach erlittener Veränderung auf einem Umwege durch einen besonderen Apparat, durch das Lymphgefäßsystem, dahin befördert werden. Bei den niederen Thieren mit noch unvollständig entwickeltem Gefäßsystem ist der Stoffwechsel nur gering, und daher bedarf es auch jenes Apparates nicht; es tritt nämlich nur so viel Flüssigkeit aus den Ernährungsgefäßen aus, als gerade nöthig ist, um den Verbrauch zu ersetzen. Bei den Insecten finden sich übrigens schon besondere Klappenöffnungen in den Rückengefäßen für die Aufnahme des Ueberschusses der parenchymatösen Flüssigkeit. Bei den höheren Thieren hat man in allen Organen Lymphgefäße gefunden, mit Ausnahme der dem Fötus in den ersten Monaten (im sechsten werden erst die Lymphdrüsen sichtbar) angehörenden, der Placenta, der Gehirnsubstanz und der Knochen. Die eigenthümlichen, die Zufuhr und Umwandlung des Bildungsmaterials betreffenden Verhältnisse im Uterus und im Fötus sind der Art, daß die Lymphgefäße durch sie entbehrlich werden. Das Bildungsmaterial tritt in den Kreislauf des Embryo während der früheren Zeit nur in dem Verhältniß über, als es zur Vergrößerung der Organe verwandt wird, und es braucht daher kein Ueberschuß aus dem Parenchym zurückgeführt zu werden. In demselben Maße, als die Festwerdung der im Serum aufgelöseten Stoffe vorwaltet, bleibt noch der Stoffwechsel von geringer Bedeutung. Der Sauerstoff, das Hauptagens bei dem Umsatze der organischen Substanzen, hat anfangs nur geringen Einfluß auf den Embryo; erst nachdem die Anziehungskraft für das Bildungsmaterial nachläßt, zieht der Fötus mehr Sauerstoff aus dem Blute der Mutter an sich, und der Farbenunterschied zwischen den Arterien und Venen des Nabelstranges wird deutlicher. Die Producte der Oxydation gehen theils in das Blut der Mutter wieder über, theils schwitzen sie mit dem überschüssigen Wasser in die Höhle des Amnios hindurch, so daß das Blut des Fötus stets geneigt bleibt, diese wieder aus dem Parenchym der Organe aufzunehmen. Mit der Entwicklung der Lymphgefäße treten auch die Nieren in Thätigkeit, und es befreit sich dann durch diese der Körper des Fötus von einem beträchtlichen Theile seiner oxydirten Proteinverbindungen. — Das Gehirn und die Knochen zeigen uns, wie auch im Körper Erwachsener die Ernährung (aber nicht Absonderung) in Organen vor sich gehen könne, welche keine Lymphgefäße besitzen. Diese Organe unterscheiden sich von den übrigen in Ernährungsart und Blutlauf auf eine Weise, welche über jene anatomische Eigenthümlichkeit Aufklärung giebt. Knochen und Gehirn haben das Gemeinsame, daß der Stoffwechsel sehr langsam vor sich geht, und daß sehr wenig und zwar stets dieselbe Menge Blut in ihrem dichten Gewebe kreiset. In den Knochen findet wegen der dichten Structur noch die Unmöglichkeit Statt,

daß zu viel Parenchymflüssigkeit sich in ihnen ansammelt (weßhalb man auch bei Wassersüchtigen nie den Wassergehalt in den Knochen vermehrt findet), und in dem Gehirn, in welchem schon eher parenchymatöse Flüssigkeit sich anhäufen kann, ist durch die Einwirkung des Athemholens auf die Entleerung der Jugularvenen der Abfluß des Venenblutes leichter als in irgend einem andern Organe, mit Ausnahme der Lungen. Die Gehirnhäute sind bekanntlich mit Lymphgefäßen versehen, und die Parenchymflüssigkeit braucht also nur bis zur Oberfläche durchzudringen, um von den Lymphgefäßen aufgenommen zu werden. — Es ist nicht glaublich, daß, falls nicht solche besondere Eigenthümlichkeiten vorhanden wären, die normale Ernährung ohne Anwesenheit der Lymphgefäße vor sich gehen könne. Entweder muß eine Ansammlung der Ernährungsflüssigkeit in dem Parenchym oder eine Verminderung ihres Austritts aus den Gefäßen erfolgen. Ein von mir beobachtetes Beispiel scheint diese Behauptung zu bestätigen. Nachdem ich bei demselben jungen Mann, an dessen Unterschenkel ich den Ausfluß der von Müller und mir mikroskopisch untersuchten Lymphe gefunden hatte, alle möglichen Aetzmittel vergebens versucht hatte, um die kleine Oeffnung zu schließen, wurde derselbe in die chirurgische Klinik aufgenommen, woselbst ihm dicht unterhalb der Oeffnung durch Umstechung die Lymphgefäße unterbunden wurden. Der Erfolg dieser Operation war sehr günstig, die Oeffnung schloß sich; geheilt verließ der Kranke die Anstalt. Nach einiger Zeit, als ich ihn wieder sah, klagte er darüber, daß bei einem Marsche von einer Stunde (so weit hatte er von seinem Wohnorte bis zur Stadt) der operirte Fuß anschwelle. Bloß von der Verschließung der Lymphgefäße hing diese Erscheinung ab; die Vena sapphena war unverletzt. Also nur bei wenig Austritt der Ernährungsflüssigkeit und bei langsamem Kreislaufe waren die Venen im Stande, die Lymphgefäße zu ersetzen, wenn dies überhaupt der Fall war, und nicht durch die anastomosirenden Lymphgefäße die Flüssigkeit entfernt wurde. Wir wissen zu wenig über die Durchgängigkeit angeschwollener Drüsen, als daß aus dem Zustande der Theile, von denen die Lymphgefäße zu denselben hingehen, sich etwas in Betreff jenes zweifelhaften Punktes schließen ließe. Gewöhnlich leiden nicht alle Drüsen der Leisten-, Achsel- oder Halsgegend, so daß bei den Anastomosen der Lymphgefäße noch ein Weg zum Abfluß der Lymphe übrig bleibt. Daß übrigens die entzündeten Drüsen keineswegs undurchgängig sind, hat Sebastian gezeigt. — Es wäre sehr Unrecht, aus der Wasseransammlung, welche bei erschwertem Rückfluß des Venenblutes entsteht, die Unmöglichkeit beweisen zu wollen, daß die Lymphgefäße für sich allein die Parenchymflüssigkeit fortbewegen, denn in diesem Falle ergießt sich aus den Gefäßen mehr Flüssigkeit als sonst. Einer solchen abnormen Menge sind die Lymphgefäße freilich nicht gewachsen. Dieselbe Wirkung tritt ein, wenn nicht wegen Stocken des Blutes, sondern wegen zu großer Wässerigkeit des Blutwassers die Ausschwitzung der Serosität die Norm überschreitet. Wie in dem Falle, wo Wässerigkeit des Blutes auch ohne Wassersucht besteht, die Lymphe sich vermehrt, ist aus der Anfüllung und Erweiterung der Lymphgefäße ersichtlich.

Um den Nutzen der Lymphgefäße zu zeigen, müßte man den Vortheil erörtern, den die ununterbrochene reichliche Ausschwitzung der Ernährungsflüssigkeit für die Lebhaftigkeit des Stoffwechsels besitzt, denn nur durch die fortwährende Wegführung der ausgetretenen Flüssigkeit wird die Durchschwitzung neuer möglich. Wären keine Lymphgefäße in unserem Körper vorhanden, so würde bei übrigens gleichen Verhältnissen sich überall mehr Parenchymflüs-

sigkeit befinden und leicht sich in zu großer Menge anhäufen. Welcher Nachtheil aus dieser zu reichlichen Tränkung mit Serosität nicht bloß für die Ernährung, sondern auch für die Function der Organe erwachsen, ist leicht einzusehen. Eine Verarbeitung von Excretionsstoffen, in denen keine brauchbaren aufgelöseten Stoffe sich mehr befinden, wäre bei vollständiger Entwicklung eines Kreislaufes des Blutes ohne Lymphgefäße nicht zu erzielen gewesen. So wie die Milchgefäße den Chylus auffsaugen und verhüten, daß derselbe in die Bauchhöhle durchschwitzt, so nehmen auch Lymphgefäße die Serosität auf, welche aus den unter den serösen und mukösen Häuten gelegenen Blutgefäßen ausschwitzt, und lassen nur wenig Wasser mit Salzen auf die freie Fläche treten. — Aber die Existenz dieser Flüssigkeit ist nicht bloß als die nothwendige Folge und Ursache eines reichlichen Stoffwechsels anzusehen, sondern vermöge des Ueberganges unverbrauchter organischer Bestandtheile in die Lymphgefäße erscheint sie auch als das Mittel zur Erreichung eines der wichtigsten Zwecke der thierischen Oekonomie, zur Bildung von Zellen, aus denen die für Unterhaltung des Lebens so nothwendigen Blutkörperchen entstehen.

Nasse.

Mikroskop.

(Anwendung und Gebrauch bei physiologischen Untersuchungen.)

Das Mikroskop, als Werkzeug des Sehens, hat man mit Recht ein potenzirtes Auge genannt. Möglichste Steigerung der menschlichen Sehkraft ist das Princip seiner Anwendung.

Die Gegenstände der sichtbaren Welt werden auf dreierlei Art von unserm Sinne aufgefaßt, entweder als individuelle Ganze, wie sie sich im gemeinen Leben in angemessenen Entfernungen darbieten; namentlich sehen wir nur ihre Oberflächen und enthalten uns in ihr Inneres einzudringen; so faßt sie auch meist der Maler und der plastische Künstler, so selbst zum größten Theile die naturwissenschaftliche Systematik, Botanik, Zoologie, Mineralogie ꝛc. auf. Oder die Gegenstände werden durch Anwendung mechanischer und anderer Mittel in ihre auch noch unmittelbar sichtbaren Bestandtheile zerlegt, wie in der Anatomie, Maschinenlehre ꝛc. Oder endlich richtet sich das Sehen nach den kleinsten, mit dem bloßen Auge nicht mehr unterscheidbaren Theilchen mit Hülfe des Mikroskops; dies ist die Aufgabe der Mikrotomie und Mikroskopie. Das letzte Ziel dieser Art Forschung ist die vollkommne Durchsichtigmachung alles räumlich Gebildeten und so das volle Bewußtwerden alles Sichtbaren.

Wenn im gegenwärtigen Artikel über die Anwendung des Mikroskops etwas umfassender gehandelt werden soll, so müssen folgende Fragen in Betrachtung kommen.

1) Wie beschaffen muß Derjenige sein, der das Mikroskop in Anwendung bringt?

2) Welche sind die mikroskopischen Instrumente und wie sollen sie sein nach Verschiedenheit der Zwecke und der Arten ihrer Anwendung?

3) Auf welche Gegenstände, in welchen Gebieten der Naturforschung und selbst des Gewerbes findet das Mikroskop seine Anwendung? Wie müssen diese vorbereitet werden, und welche Hülfsapparate und andere technische Hülfsmittel sind bei der Mikroskopie anzuwenden?

4) Wie müssen die Gegenstände aufgefaßt, beschrieben, gezeichnet werden? Wie sind Präparate für kürzere oder längere Dauer oder zum momentanen Gebrauch zu fertigen, und mikroskopische Demonstrationen zu veranstalten?

5) Wie bildet man sich zum Mikroskopiker?

Wir wollen nun im Folgenden diese hier aufgestellten Fragen möglichst allgemein und kurz zu beantworten versuchen.

I. Wie beschaffen muß Derjenige sein, der das Mikroskop in Anwendung bringt? Es giebt zwei Grundweisen, das Menschenleben und die Welt aufzufassen, die höhere, geistige, welche Alles, was des Geistes ist, zu erkennen und zu verwirklichen bestrebt ist, und die niedere, sinnliche, welche dem thierischen Genusse sich ergebend, den Werth von Allem nur darnach schätzt, als es Vergnügen, Genuß, oder auf Genuß berechneten Nutzen gewährt. Einer oder der andern dieser zwei Tendenzen muß nun Alles auf Erden sich unterwerfen, und so auch unser, einem so allgemeinen Standpunkte gegenüber allerdings sehr unbedeutendes Instrument. Man braucht das Mikroskop zum Vergnügen oder zu wissenschaftlichen Untersuchungen, und darnach theilen sich auch die Individuen, die das Mikroskop in Anwendung bringen. — Vor Allem haben die Naturforscher, Pflanzen- und Thieranatomen, auch die Physiographen der mikroskopischen Pflanzen- und Thierwelt, neuerlichst auch Chemiker, Mineralogen, Geognosten, Pathologen, das Mikroskop vielfältig in Anwendung gebracht, und zwar zur Förderung der ernsten Zwecke der Wissenschaft. Neben dieser Anwendung zeigt sich denn auch eine andere zur Befriedigung verschiedener gemüthlicher Regungen, der Neugierde, der Sucht nach dem Ungewöhnlichen, dem Wunderbaren, der Ostentation, und es finden sich bald Gelegenheiten, auf harmlose Weise solche an sich unschuldige, ja oft zum Bessern ausschlagende Neigungen zu befriedigen, oder es bieten sich Individuen dar, die sie zu ihrem Nutzen auszubeuten wissen.

Wir wenden uns zunächst zu der ersten Classe der Mikroskopiker, den eigentlichen Naturforschern, und untersuchen die Frage: welche organische und psychische Eigenschaften müssen sie mitbringen, wenn sie ächte Mikroskopiker werden sollen? In Bezug auf organische Beschaffenheit kommt hier zunächst das Auge, die Constitution des Gesichtssinnes zu beachten. Es giebt glücklichst constituirte Augen, die sowohl frei in die Ferne und Nähe gut sehen, als auch mit jeder Art Sehwerkzeugen bewaffnet jede Anstrengung ohne oder nur mit später Ermüdung aushalten. Gewöhnlich sind es hellbraune oder grünliche Augen, wie sie etwa das Alterthum der Minerva zuschrieb. Es wird freilich hierbei viel auf frühzeitige Erziehung und vielfältige Uebung ankommen, aber die Naturanlage ist doch die Hauptsache. Schwarzäugige haben gewöhnlich ein zu reizbares Nervensystem, und können daher längere Anstrengung des Sehens nicht aushalten. Besser sind blaue oder graue Augen zu mikroskopischen Arbeiten geeignet, ihre Retina ist wegen der geringern Absorption des Lichts der weniger geschwärzten Uvea und Choroidea mehr abgestumpft, wenn nur sonst nicht Neigung zu äußeren

Entzündungen vorhanden ist. Fernsichtige werden durch den Gebrauch des Mikroskops zu sehr angestrengt, und da sie den Focus möglichst entfernt stellen müssen, werden sie immer fernsichtiger, was sie denn zu vermeiden hätten. Die entgegengesetzte Regel gilt für die Kurzsichtigen, sie müssen jedesmal das Maximum der Focusentfernung wählen und behaupten, so wird die mikroskopische Beschäftigung die Myopie eher vermindern als vermehren. Auch im Uebrigen sind sie hier besser daran als die Fernsichtigen. Bei ihrer gewöhnlichen Art zu sehen, nur nahe Gegenstände genau zu betrachten, und die kleinsten Unterschiede daran aufzufassen, sich mit angestrengtem Nahesehen beim Lesen, Schreiben rc., bei nur wenig verändertem fixirten Focus lange Zeit zu beschäftigen, bringen sie diese Fertigkeiten, die auch sonst die Mikroskopie erfordert, sogleich zum Instrumente mit, und sind daher gewöhnlich die glücklichsten und unermüdlichsten Arbeiter. Doch gesellt sich zu mancher Kurzsichtigkeit eine sehr nachtheilige Stumpfsichtigkeit, entweder ursprünglich oder in Folge von Krankheit oder Anstrengung; solche Augen sind freilich dann zu mikroskopischen Arbeiten nicht mehr geeignet, höchstens kann früher erworbene Sehvirtuosität der organischen Schwäche zu Hülfe kommen. Noch gehört zu anhaltenden mikroskopischen Untersuchungen gehörige Kraft aller Muskeln des Nackens, des Rückens und der Lenden, theils um die nöthige feste Haltung des Kopfes und mit diesem des Auges zu erhalten, theils damit nicht zu schnelle Ermüdung die Beobachtung zu oft unterbreche und die Beschäftigung überhaupt nicht unangenehm mache. Wenn vollends Neigung zu katharrhalischen und rheumatischen Entzündungen, oder Hämorrhoidalanlage (oft selbst Folge angestrengter Arbeiten mit dem Mikroskop) vorhanden ist, so verbieten sich von selbst alle dergleichen Beschäftigungen für lange Zeit, wie ich leider an mir selbst schon mehrmal erfahren mußte.

Man bedient sich beim mikroskopischen Sehen gewöhnlich bloß des einen Auges. Bei Vielen ist nur das eine das vorzüglich sehende, das andere ein müssiger Begleiter, ja bei Manchen ist das eine Auge ganz und gar schwachsichtig und kann nie in Anwendung kommen. Wer beide Augen von gleicher Güte hat, dem ist zu rathen, sich beider beim Mikroskop abwechselnd zu bedienen, um sich diese schöne Naturgabe, auch selbst im Interesse der Physiologie, nicht zu verderben. Die Meisten gewöhnen sich bald nur das eine Auge zu gebrauchen, was freilich bequemer, jedoch nicht ohne Nachtheil sein kann, indem sich in die Länge eine Ungleichheit in das Sehvermögen einschleichen kann, woraus dem stereometrischen Sehen ein Schaden erwachsen könnte, und es unfähig würde, die Phänomene des Stereoskops u. dgl. zu beobachten. Wer nur mit einem Auge gut sieht, hat eine um so strengere Pflicht, die Anstrengungen am Mikroskop nicht zu übertreiben. Die Grenzen muß Jedem sein eigenes Gefühl bestimmen. Sollte jedoch die Aengstlichkeit bis zum hypochondrischen Grade steigen, dann hat es mit der Mikroskopie ein Ende und der Geist mag dann nach anderen Regionen sich wenden.

Man sollte glauben, daß es eine Störung verursachen müßte, wenn bei mikroskopischer Anwendung des einen Auges das andere offen bleibt. Doch ist dieses nicht der Fall. Die Aufmerksamkeit wohnt sich bald in das eine Auge vollständig ein und läßt das andere gleichgültig. Man könnte der möglichen Störung durch eine schwarze oder graue Platte vor dem andern Auge entgegenkommen, doch fand ich bisher nicht, daß es irgend einen Vortheil gewährte. Ist die Platte zu nahe, hindert sie die freie Ausdünstung des Auges und des Gesichtes, und wirkt so erhitzend. Uebrigens dient

schon der schwarze oder mit einer andern indifferenten Farbe angestrichene Tisch, worauf das Mikroskop steht, hinreichend als Schirm für das freie Auge.

Wenn nun auch das Auge bestens constituirt ist, so gehört noch wesentlich zur Mikroskopie, die Fertigkeit und Kunst, ja das Talent zu sehen, der eigentliche Blick. Dieser muß theils als Anlage gegeben sein, theils wird er erworben und cultivirt. Es ist nicht genug, daß wir die Gegenstände sehen, wir müssen sie auch anschauen, das heißt, es muß aus den sensoriell gegebenen Elementen eine objective lebendige Anschauung gebildet werden, und diese ist nicht bloß Sache des einen Sinnes, sondern der gesammten Vermögen des Geistes, des ganzen Menschen mit allen seinen guten und schlimmen Eigenschaften. Schwer, wenn nicht unmöglich, wird es dem durch gemeine Lebenspraxis verschraubten, durch Sophistik verlogen gemachten, durch Pedanterie ersteiften Sinne, selbst die kleinste, scheinbar unbedeutendste Anschauung rein und in ihrer objectiven Wahrheit für sich zu gestalten; und nur solche reine Anschauungen führen zum Zwecke, fördern den großen Bau wissenschaftlicher Gesammtanschauung. Jedoch auch bei dem reinsten Streben giebt es Zustände, wo der Blick noch nicht bis zur vollendeten Anschauung durchzudringen vermag, oft unabhängig von der Schwierigkeit des Gegenstandes selbst. Erfahrungen, mitunter sehr unbequeme, kann der Mikroskopiker leicht machen, wenn er seine Funde den Darstellungen von Zeichnern, die sonst noch so geschickt sein mögen, zu überlassen gezwungen ist. Oft sehen diese zunächst nur das Zufällige und bringen es zur Darstellung auf Unkosten des Wesentlichen, das dann nur eine Nebenrolle zu spielen scheint. Ergeht es ja oft selbst den gewandtesten Mikroskopikern nicht besser, und sie leiden, wie alle Sterblichen, auch an unglücklichen Tagen, wo es dann am besten ist, sich der nutzlosen Arbeit ganz zu enthalten. Solche Zufälle kommen besonders dann vor, wenn unsere gemüthliche Stimmung anderswoher gestört ist. Nichts ist der reinen Wissenschaftlichkeit nachtheiliger, als das stürmische Geschäftsleben. So wie sie selbst eine Abstraction ist, kann ihre Pflege nur in momentaner Isolirung gedeihen. Ein anderer der Forschung ungünstiger Umstand ist, wenn sich zwischen Forscher und Gegenstand noch kein innigeres Liebesverhältniß gebildet hat. Damit ein solches sich bilde, muß der Gegenstand möglichst viele Eigenschaften geistiger Individualität in sich vereinigen; denn wir lieben nicht Sachen, sondern Personen, und wo wir eine Art Liebe gegen Sachen gewinnen sollen, müssen wir auf diese die Charaktere der Persönlichkeit übertragen. Der Gegenstand muß eine gewisse Individualität besitzen, seine Theile nach einem Ganzen hinweisen qualitativ und quantitativ, von allen anderen Gegenständen abgegrenzt sein, und dennoch auch die vielfältigsten Beziehungen zu denselben zulassen. Am besten ist es, wo Glück oder Genius günstig sind, wenn der Gegenstand ein ganz neues, selbstständiges Gebiet der Forschung darbietet. Er muß eine innere Unendlichkeit enthalten, die ihn fähig macht, als Organ der unendlichen Freiheit und Beweglichkeit des Geistes zu dienen, er muß eine unerschöpfliche Prägnanz, einen eigenen spiritus familiaris besitzen, einen Ausfluß desjenigen Geistes, der uns aus der großen Natur allenthalben entgegenweht. Denn der Geist hat nur Freude am Geistigen, darin liegt das Wesen aller wahren Liebe, so auch in der Naturforschung. Nur so gewährt der Gegenstand geistige Freiheit und erhält selbst den Charakter der Persönlichkeit, deren Wesen die Freiheit ist. Jene innere Unendlichkeit giebt dann auch den Eindruck eines Lebendigen;

denn was wir lieben sollen, muß lebendig sein. Noch eine Forderung des Herzens, die Gegenliebe ist nicht zu übersehen. Auch diese erfährt der Forscher in hohem Grade. Die Natur erwidert seine Bemühungen, kommt ihm auf halbem Wege entgegen, krönt ihn oft wider sein Vermuthen mit glücklichem Erfolge, antwortet ihm auf seine Fragen, eröffnet ihm ihre Geheimnisse, entdeckt ihm Schönheiten, die dem profanen Auge sonst verborgen bleiben. Und so gestaltet sich das Verhältniß des Forschers zur Natur, des Genius zum Naturgeiste, zu einer Religion, die, wenn auch nur eines Sacramentes Weihe darin verrichtet wird, im großen Gottestempel auch ihre Kapelle errichten mag; bleibt ja für die anderen Cultusformen noch des Raumes genug. — Welche Gegenstände für die Forschung todt seien? Streng genommen keine; aber gehören als Theile zu irgend einem organischen Ganzen. Nur der Standpunkt des Subjects läßt einen Gegenstand als todt erscheinen, wenn er in absoluter Vereinzelung ohne eigene Wesenhaftigkeit aufgefaßt und so behandelt wird. Hierher gehören die eigentlichen Handwerksarbeiten der Naturforscher, die jedoch unvermeidlich sind, und recht wohl von untergeordneten Kräften bestritten werden können, um auch das minutiös Specifische bis zu seinen letzten Grenzen verfolgen und zur Darstellung bringen zu lassen. Wann wird man endlich auch hier, wie in der industriellen Welt, den Vortheil fabrikartiger Bearbeitung erkennen lernen? — Dies im Allgemeinen. Andere subjective Requisite, als wissenschaftliche Vorkenntnisse, technisches Geschick rc. wollen wir später, wo von der Ausbildung des Mikroskopikers gehandelt wird, in Betrachtung ziehen.

Noch bleibt die andere Classe von Mikroskopikern (um sie überhaupt zu benennen) zu berücksichtigen. Es sind Die, denen es nicht Beruf ist, das Mikroskop wissenschaftlich in Anwendung zu bringen, die jedoch aus ästhetischen oder anderen gemüthlichen Gründen sich damit beschäftigen. Es kommt selbst beim Mikroskopiker vom Fache vor, daß er sich veranlaßt findet, für eine gebildete Gesellschaft zum Vergnügen und zu leichter Belehrung mikroskopische Demonstrationen zu veranstalten. Hier müssen nun theils solche Gegenstände gewählt werden, die schon durch ihre schöne Form das Auge vergnügen, durch ihre ungewöhnliche, unerwartete Erscheinung überraschen, Verwunderung erregen, oder durch ihre Wichtigkeit für's gemeine Leben, durch ihren Standpunkt im Complex der natürlichen Dinge, plötzlich in den Kenntnissen der Zuschauer ein ungeahntes Licht aufgehen lassen rc. Dabei kommt es freilich auch viel auf äußeres Geschick, zweckmäßigen und angenehmen Vortrag an, um, indem man das Schöne demonstrirt, auch die Wissenschaft liebenswürdig erscheinen zu lassen. Wir werden auf diesen Gegenstand, der nicht bloß Sache fahrender Mikroskopiker sein sollte, wieder zurückkommen, wann über mikroskopische Demonstrationen specieller wird gehandelt werden. Für Diejenigen, welche für sich, zu leichter Beschäftigung und Vergnügen das Mikroskop gebrauchen wollen, wäre zu wünschen, daß, indem das Präpariren mikroskopischer Objecte viel Umsicht, Erfahrung und Geschick erfordert, sich Individuen fänden, mit vorwaltend industrieller Tendenz, die zweckmäßige mikroskopische Präparate anfertigten, und ihnen darin ein hinreichender Erwerb gewährt würde. Wer das Mikroskop als Prunksache, als elegantes Hausmöbel anschafft, an den möchten wir kaum die Anforderung wagen, es gelegenheitlich einem einsamen mittellosen Forscher, freilich wo es ohne Schaden des äußern Glanzes geschehen könnte, zum Gebrauche zu überlassen.

II. Die zweite Frage: welche sind die mikroskopischen Instrumente,

und wie sollen sie sein, nach Verschiedenheit der Zwecke und der Art ihrer Anwendung? gehört zum Theil in einen besondern Artikel über das Mikroskop in physikalischer Hinsicht. Wir haben hier nur die physiologische Anwendung der eigentlich mikroskopischen optischen Instrumente näher in Betrachtung zu ziehen. — Zunächst kommt hier die Loupe, das einfache und zusammengesetzte Mikroskop zu berücksichtigen.

Die Loupe bildet eine Zwischenstufe zwischen dem freien, unbewaffneten Auge und dem Mikroskop.

Das Gebiet ihres Gebrauchs beginnt dort, wo es dem bloßen Auge Anstrengung kostet, den Gegenstand wegen seiner Kleinheit deutlich zu unterscheiden, obgleich er sonst der Sphäre des unbewaffneten Auges nicht gänzlich entrückt ist, auch muß der Gegenstand keiner künstlichen Beleuchtung bedürfen, das volle Tageslicht, höchstens der Sonnenschein müssen ausreichen. Andererseits grenzt das Sehgebiet der Loupe an das des einfachen und zusammengesetzten Mikroskops, und sie findet dort ihre Grenze, wo die Anwendung derselben, wegen Kürze des Focus und Hinderung unmittelbarer Beleuchtung, allmälig unmöglich wird.

Der einfachen sowohl als der zusammengesetzten Loupe bedient man sich am häufigsten in der Botanik, für deren Gebrauch in der Systematik es größtentheils ausreichen mag. Nur die Cryptogamen fordern mächtigeren Sehapparat. Die zoologische Systematik bringt die Loupe erst bei den rückgrathslosen Thieren, besonders in der Classe der Mollusken und Insecten in Anwendung. Ein großes Gebiet der kleinsten thierischen Organismen fällt jedoch ganz dem Mikroskope anheim. Die Pflanzenanatomie fordert durchaus die Hülfe des Mikroskops. — Nicht so ist es mit der Anthropo- und Zootomie. Diese verfolgt bei ihren Darstellungen der kleinsten Theile, der Nerven und Gefäße diese, so weit sie mit dem bloßen Auge, höchstens noch mit der Loupe zu erreichen sind, und enthält sich in der Regel eines potenzirten Sehens. Selbst in der Histologie wird nach den Graden der Sehkraft ein Unterschied aufgestellt zwischen der allgemeinen Gewebelehre in Bichat's und Meckel's Sinne, und zwischen der von Neueren ausgebildeten thierischen Elementenlehre oder Microtomie.

Erstere bleibt bei den äußerlich wahrnehmbaren Eigenschaften der Gewebe stehen, und enthält sich, kaum die Loupe benutzend, der Anwendung des Mikroskops. Letztere ist nur durch mikroskopische Forschung vermittelt, weil die letzten Elementargebilde durchaus nur mikroskopisch wahrnehmbar sind [1]). — Auch die systematische Mineralogie kann bei Formbestimmungen sehr kleiner Krystalle, eben so bei Untersuchung der Aggregatsbestandtheile zusammengesetzter Felsarten, bei Bestimmung gemischter einander begleitender Mineralien, bei Betrachtung der Zeichnungen im Innern der Achate, Jaspise, Marmorarten, Hornsteine des Mikroskops nicht entbehren. Die Krystallographie und die Petrefactenkunde erfordern zum Theil höhere Sehkräfte. Für letztere hat sich eine ganze Welt infusorieller Organismen aufgethan. Dasselbe gilt von der neueren Mikrochemie.

Die ärztliche Diagnostik könnte bei äußerer Untersuchung des Auges, der Haut, der Excrete u. s. w., noch mehr aber die pathologische Ana-

---

1) Das Fach der Mikrotomie hat man bis jetzt ausschließlich der Physiologie zugeeignet; diese letztere nimmt überdies bei der Entwicklungsgeschichte der Organismen, und bei Betrachtung der kleinsten Bewegungen alle Arten mikroskopischer Instrumente vielfältig in Anspruch.

tomie aller Grade des potenzirten Sehens in Gebrauch ziehen. Endlich nehmen auch mehrere Künste und Gewerbe, die theils feine Gegenstände darzustellen, theils dergleichen zu untersuchen haben, wenigstens die Loupe, wenn nicht stärkere und stärkste Vergrößerungen, in Anspruch. Dahin gehören die Gegenstände der Kupferstecher, Mechaniker, Optiker, Uhrmacher, Formschneider, Wollhändler, Händler mit allerlei feinen gewebten Stoffen 2c.

In der feineren Thieranatomie, bei Untersuchung der Insecten, Mollusken, Gewürme u. s. w., die meist unter Wasser vorgenommen wird, wobei man den Gegenstand anatomirend beider Hände sich bedienen muß, ist die Form der gewöhnlichen botanischen Loupen nicht anwendbar. Hände und Augen müssen hier möglichst frei, und zugleich fixirt sein und einander zu demselben Zwecke entgegenarbeiten. Dieses erreicht man am besten, wenn die Loupe gerade ein solches Gestell bekommt, wie man es bei zweckmäßig eingerichteten einfachen Mikroskopen, dem älteren Pistor'schen, dem Chevalier'schen u. a. zu haben pflegt, nur in etwas vergrößertem Maßstabe nach Erforderniß der Größe der zu anatomirenden Gegenstände. Ich bediene mich seit Langem einer eigenen Fassung, wobei die Loupe in einen Ring von Horn, der der Umgebung des Auges genau angepaßt, und an einem elastischen Gürtel befestigt ist, den ich über den Kopf schlage, nachdem die Fassung an das rechte Auge genau angepaßt worden. Der erstere Apparat ist jedoch vortheilhafter, weil das Auge nicht gedrückt, seine und seiner Umgebung Ausdünstung nicht behindert ist, auch durch keine Art Band die Gefäß- und Nervencirculation in der Schädelhaube genirt wird, sonst hat es den Vortheil, daß man bei gehöriger Uebung ein großes Gesichtsfeld, wie bei dem freien Sehen, ohne künstliche Vorrichtungen mit den bloßen Bewegungen des Kopfes übersehen kann, und es somit auch bei größeren anatomischen Gegenständen anwendbar ist.

Was die Auswahl der Loupen betrifft, so sind für Betrachtung einzelner beschränkter Objecte der Botanik, der Entomologie, der Entwicklungsgeschichte, die gewöhnlichen, einfachen oder combinirten lange hinreichend. Nicht so ist es bei mikroskopischen Präparationen von organischen Geweben, Eingeweiden, feineren Structurverhältnissen organischer Gebilde u. s. w., wo in den meisten Fällen auf helles Licht, möglichste Größe des Gesichtsfeldes, Deutlichkeit, größte Freiheit der Hände zum Präpariren und Fixirung des Auges am meisten ankommt. Hier wird die Loupe mit dem Gestell ganz an ihrem Orte sein. Wir legen eine große Wichtigkeit darauf, weil gerade Präparationen unter mäßiger Vergrößerung zur vollkommenen Erforschung der Gegenstände am meisten beitragen, und selbst zu Entdeckungen führen können, die gewöhnlich nicht erst unter dem Mikroskop, sondern schon hier gemacht werden. Die Loupe muß möglichst achromatisch und aplanatisch sein, wo sie dann im letztern Falle eine geringere Blendung braucht, wodurch man an Gesichtsfeld gewinnt. Bei geringeren Vergrößerungen dient vortrefflich die Doppellinse des aplanatischen Oculars von Plößl's Mikroskop. Bei noch stärkeren Vergrößerungen ist die Nr. 1 von den Objectiven jedes Mikroskops der neuern Art wohl zu gebrauchen, wozu denn eigene Fassungen gehören. Auch die neuerlichst von Voigtländer für den daguerrotypischen Apparat construirte Doppellinse dürfte für den Mikrotomen, bei geringen Vergrößerungen, und wo es viel auf möglichst größten Umfang des Gesichtsfeldes und Helligkeit ankommt, sehr brauchbar sein.

Die Loupe geht allmälig in das einfache Mikroskop über, ihr Unterschied ist nur ein quantitativer; die Grenze ihres Ueberganges läßt sich

nicht genau bestimmen. Im Allgemeinen gehört in das Gebiet des Mikroskops, was dem freien Auge selbst bei der größten Schärfe des Sinnes und der stärksten Beleuchtung gänzlich entzogen ist, und was den gebräuchlichen Loupen nur noch sehr klein (z. B. Blutkörperchen) und undeutlich sich präsentirt. Man sieht, daß solche Bestimmungen nur approximativ gemacht werden können, und daß ein guter Arbeiter mit scharfem Auge und zarter Hand, schon bei mäßig vergrößernden Loupen, tief in das eigentlich mikroskopische Gebiet eindringen kann. Das Gestell des einfachen Mikroskops kann denn auch so eingerichtet werden, daß die höheren Uebergangsstufen der mikrotomischen Loupe mit in die Steigerungsreihe aufgenommen werden.

Einfache Mikroskope bestehen entweder aus einfachen Linsen, oder aus doppelten, nach Wollaston's und Chevalier's Construction. Die letzteren haben den Vortheil, daß bei derselben Vergrößerung, wie sie von kleinen einfachen Linsen erreicht wird, jede einzeln, namentlich die dem Gegenstande zugewendete, bedeutend größer sein kann, den Lichtstrahlen eine größere Oberfläche zuwendet, größere Helligkeit, weiteres Gesichtsfeld gewährt, und bei größerer Focusdistanz mehr Raum zum anatomischen Präpariren darbietet. Letzterer Umstand ist nun einer der wichtigsten, weil eben in den meisten Fällen die vorbereitende Untersuchung der Hauptzweck des einfachen Mikroskopes ist, wenn uns daneben ein gutes zusammengesetztes zu Gebote steht. Aber auch sonst reicht ein gutes einfaches Mikroskop, bei Mangel eines guten zusammengesetzten, bei 20 bis 200maliger Vergrößerung lange hin für die meisten Untersuchungen der pflanzlichen und thierischen Mikrotomie, und ist einem mittelmäßigen, oft sehr unklaren, und immer mit Verkehrtheit des Bildes behafteten zusammengesetzten Mikroskope weit vorzuziehen, indem man, besonders durch letztern Umstand immer von gleichzeitiger anatomischer Behandlung des Gegenstandes unter dem Glase, nicht ohne Nachtheil für die active Forschung, abgehalten wird. Es ist darum recht praktisch von den Engländern, daß sie die einfachen Mikroskope so viel als möglich zu vervollkommnen suchen und ihren Gebrauch festhalten. Die mikrotomische Kunstfertigkeit und die Wissenschaft können dabei nur gewinnen (Rob. Brown). — Das beste Gestell für das einfache Mikroskop ist das Pistor'sche. Da es der Linse nach allen Richtungen der Breite einen großen Spielraum gewährt, so kann, bei gehöriger Handfertigkeit, der Blick den Gegenstand in seiner ganzen Ausbreitung verfolgen. Das Gestell muß, bei feinster Beweglichkeit, möglichst solid gearbeitet, besonders der Objecttisch recht fest sein, damit man auch, nach Bedarf, einen mikrotomischen Quetscher, dergleichen ich gerade bei dem einfachen Mikroskop zu allererst angebracht, oder andere Hülfsapparate anschrauben kann, wenn es etwa nicht vorzuziehen ist, mehre Objecttische mit entsprechenden Apparaten zum schnellen Wechseln anzuschaffen. Außer dem in diesem Falle umgekehrt anzubringenden Quetscher gehören hierher eine Platte mit Diaphragmen, Apparat zur Concentrirung des vom Spiegel einfallenden Lichtes, mikrotomischer Haltapparat, verschiedene Arten von Mikrometern, beweglichen Objecttischen u. s. w.

Am besten ist es, wenn das Gestell in solchen Verhältnissen gearbeitet ist, daß man bei den nöthigen Veränderungen mit den größten und den kleinsten Linsen mikrotomisch arbeiten, und so die Zwecke der Loupe und des einfachen Mikroskopes verbinden kann.

So lange es nicht allgemein gebräuchlich und eingeführt ist, daß das Compositum das Bild umkehrt und bei bedeutenden Vergrößerungen noch eine Focusdistanz von mehren Linien übrig läßt, außerdem horizontal ge-

stellt ist, so daß man dabei sitzen und bequem mikrotomiren kann, so lange ist auch das einfache Mikroskop ein unentbehrlicher Begleiter desselben. Allen jenen Forderungen hat schon seit Langem Chevalier's pankratisches Mikroskop entsprochen. Gegenwärtig erlangen Oberhäuser's Dissectionsmikroskope, welche demselben Zweck entsprechen, eine allgemeinere Verbreitung. — Auf alle Fälle ist, besonders Anfängern in der mikroskopischen Forschung, der Gebrauch des einfachen Mikroskopes, das man sich um wenige Thaler leicht anschaffen, und nach und nach mit den nöthigen Hülfsapparaten versehen kann, angelegentlichst zu empfehlen. Nur an einem solchen, und an der Loupe im Gestell, werden sie sich die erforderliche anatomische Fertigkeit verschaffen, die ihnen später bei zusammengesetzten theuren Instrumenten zu Gute kommen wird.

Sehr nöthig ist es, das einfache Mikroskop vor Staub zu beschützen, da hier jede Verunreinigung von viel größerem Einfluß auf das Sehen ist, als bei dem zusammengesetzten, und die Linsen, wenn sie zu oft gereinigt werden, Schaden leiden. Man bedeckt es daher außer dem Gebrauch mit einer Glocke oder einem hölzernen Hute. Das Abnützen durch das Abwischen macht die allgemeinere Einführung von Edelstein- oder wenigstens Quarzlinsen erwünschlich. — Beim einfachen Mikroskope sitzt man in der Regel, und es muß daher das Instrument die für diese Lage des Körpers bequemste Stellung haben, die Hände müssen gehörig unterstützt sein, um am Objecttische freier arbeiten zu können. Das Mikroskop wird dem Lichte gegenüber gestellt, damit dessen Einfallen nicht durch die eine oder die andere Hand beim Arbeiten behindert werde. Das von vorne einfallende Licht kann kaum das Sehen stören, weil man das Auge möglichst nahe an die Linse bringen muß, wo dann der Augenhöhlenrand und die geschwärzte Fassung der Linsen das Licht hinreichend abhalten. Gut ist es unmittelbar auf Glasmikrometern von 60 bis 100maliger Theilung unter dem Wasser zu arbeiten, dergleichen man, die Linien mit feinstem Reißblei (gröberes macht Ritze in's Glas) geschwärzt, mehre in Bereitschaft halten kann, indem man so das Größenmaß der bearbeiteten Gegenstände immer vor Augen hat, und sich eine große Fertigkeit des Urtheils erwerben, auch bei Zeichnungen sogleich auf quadrirtes Papier die angemessene Größe auftragen kann.

In gegenwärtiger Zeit haben die zusammengesetzten Mikroskope, theils durch das Bedürfniß der Forschung, theils durch die ungemeine Vervollkommnung, die ihnen geworden, eine immer ausgebreitetere Anwendung gewonnen. Doch scheint der erste Umstand, die entschiedene Richtung der Naturforscher gegen die organischen Formen im kleinsten Raume, der Hauptgrund dieses Fortschrittes. Ehe die Instrumente so vervollkommnet waren, trat schon die Tendenz zur Mikrotomie auf; sie hätte, selbst beim einfachen Mikroskop und gewiß populärer und mit ebendenselben wissenschaftlichen Erfolgen sich entwickelt. Es giebt kaum eine von den wichtigsten neueren mikroskopischen Entdeckungen, die mit dem einfachen Instrumente nicht hätte auch gemacht werden können. Indessen kam den Bemühungen der Forscher die Hülfe ausgezeichneter Optiker so auf allen Wegen entgegen, daß es nicht anders als zum Vortheil der Naturwissenschaft gereichen konnte, und wird, wenn nach und nach alle Forderungen erfüllt sind, desto sicherer zum Ziele führen. Die älteren zusammengesetzten Mikroskope waren für die Forschung offenbar hinderlich, es war noch gut, wenn man zu den einfachen seine Zuflucht zu nehmen wußte. Erst mit der Einführung der zusammengesetzten aplanatischen Objective durch Selligue, Chevalier, Plößl u. A.

haben die Composita ihre volle Wichtigkeit erlangt und bilden nun die höchste Instanz des Sehens.

Wer das zusammengesetzte Mikroskop anwenden will, hat vor Allem eine Wahl eines solchen Instrumentes zu treffen. In dem letzten Decennium hat die Verfertigung und Zusammenstellung der Linsen in praktischer Hinsicht ihren Culminationspunkt erlangt, und weitere Fortschritte werden nur erst in der Welt der mathematischen Theorien vorbereitet und angekündigt, die Kunstausführung dürften wir vielleicht schon von der nächsten Zukunft erwarten. Bis dahin richtet sich die Wahl auf die gang und gäben Instrumente, die gegenwärtig von ziemlich gleicher optischer Vollkommenheit zu haben sind. Die englischen Instrumente sind, wenn man auch die Transportkosten und andere Schwierigkeiten der Bestellung nicht in Anschlag bringt, im Vergleich ihres sonstigen innern Werthes für den Festländer dennoch zu theuer. Die Italiener stehen uns bisher noch zu entfernt, auch werden dort nur einzelne Mikroskope producirt, es fehlt noch an industriellem Schwung in dieser Hinsicht. Letzteres könnte man beinahe auch von den deutschen Optikern behaupten, wenn man bedenkt, daß in München jetzt beinahe gar keine Mikroskope producirt werden, und daß man auf Instrumente, die man in Wien oder Berlin bestellt, nicht selten lange warten muß. Nur Paris bietet von verschiedenen ausgezeichneten Meistern eine reiche Auswahl guter verhältnißmäßig billiger und für den vielfältigsten Gebrauch zweckmäßig eingerichteter Instrumente dar. Chevalier behauptet noch seinen alten Ruhm, sein Universalmikroskop erlaubt die vielfältigste Anwendung. An seinem Instrumente ist die Beweglichkeit des Objecttisches und des Prisma's, woran es geschoben wird, in den Fällen auszusetzen, wenn man sich des immer etwas schweren Schraubenmikrometers bedienen will, was er freilich vermeidet, da er sich zur Messung eines Glasmikrometers in Verbindung mit Amici's Camera lucida bedient. Weniger gerühmt sind die Mikroskope von Lerebours. Am meisten werden jetzt die Oberhäuser'schen Mikroskope gesucht und empfohlen. Sie haben bei vortrefflichen Gläsern ein zwar beschränkteres Gesichtsfeld, jedoch neben ausgezeichneter Klarheit und Schärfe gewähren sie die bisher größte Focusweite, selbst bei den stärksten Vergrößerungen, was, besonders für mikrotomische Zwecke, von größter Wichtigkeit ist. Sonst ist bei den kleineren Sorten durch Zwischenlinsen, wie bei dem terrestrischen Fernrohr, auch für die Umkehrung des Bildes, und auf jede Weise gesorgt, um es für Mikrotomie geeignet zu machen. Außerdem sind sie, selbst sammt den Transportkosten bedeutend wohlfeil, und, was nicht zu übersehen, von constanter Güte. Seit dem Tode Frauenhofers wird in München für Mikroskopie wenig mehr gethan. Wahrscheinlich haben die seitdem dort gearbeiteten größten Teleskope die disponibeln Kräfte ausschließlich für sich in Anspruch genommen. In Wien steht Plößl noch immer oben an. Immer dieselbe Klarheit und Schärfe der Gläser; nur wird bei den stärksten Vergrößerungen die Focusweite beinahe verschwindend. Bei den älteren Instrumenten ist der Objecttisch mit der Metallstange unbeweglich verbunden, indeß das Rohr beweglich ist, dabei fehlt der Apparat zur feinern Stellung des Focus, jedoch gewährt diese Einrichtung für den schwerfälligen Schraubenmikrometer große Festigkeit. Bei den neueren Mikroskopen ist der Objecttisch an der Stange mikrometrisch beweglich, jedoch auch hinreichend fest für das horizontale Schraubenmikrometer. Im Ganzen ist das Plößl'sche Mikroskop für das Arbeiten unter demselben nicht bequem genug eingerichtet. Immer ist es unvortheilhaft, wenn Mikrometer, Schiebplatte oder andere Hülfsinstrumente mit dem Objecttische bleibend verbunden sind, indem der so unentbehrliche Gebrauch des Quet-

schers dadurch gehindert ist, und vollends wenn chemische Mittel bei Untersuchung der Gegenstände mit in Anwendung kommen, kann es nicht anders geschehen, als daß jene kostbaren Instrumente Schaden leiden, die dann auf jeden Fall außer dem besondern Gebrauch wenigstens mit einer Deckplatte bedeckt sein müssen. Am besten ist es daher, wenn gleich von vorn herein der Objecttisch nur eine einfache, gehörig breite solide Platte bildet, an welcher mehrere Löcher sich befinden, um daran die verschiedenen Hülfsinstrumente befestigen zu können. Es ist daher Plößl zu rathen, diese Einrichtung einzuführen, und lieber auf andere Weise für Compendicität im Etuis zu sorgen. Die meisten Pariser und alle Berliner Instrumente erfüllen diese Forderung. Bei den neuesten Plößl'schen Instrumenten ist nun auch ein Prisma zur horizontalen Umbrechung des Rohres angebracht, es fehlt nur noch ein Umkehrungsprisma und die Hauptbedingung zur mikrotomischen Anwendung wäre dann erfüllt, welche Beigabe Mikroskope wohl verdienen, die, wie die Plößl'schen, mit vergleichungsweise trefflichsten Gläsern versehen sind. Gegenwärtig finde ich es am vortheilhaftesten für die verschiedenen Zwecke der Untersuchung, vom Mikroskope ganz abgesonderte Objecttische einzurichten, die dann gehörig befestigt sein müssen, und an die das Mikroskop bei dem Gebrauch angestellt wird.

Die Auswahl und Beurtheilung der Güte optischer Instrumente ist keinesweges so leicht, als man meinen möchte; wir wenden daher unsere Betrachtung auf die Regeln der Untersuchung irgend eines gegebenen Mikroskops und auf die Vergleichung mehrer. Wer ein Mikroskop untersuchen will, muß schon einen durch vorhergegangenen fleißigen Gebrauch eines guten Instrumentes erworbenen, subjectiven Maßstab zur Untersuchung mitbringen. Man richtet nun sein Augenmerk auf folgende Eigenschaften, auf die Helligkeit des Gesichtsfeldes, auf die Klarheit und Schärfe des Bildes, auf den Grad der Achromasie und Aplanasie, die Größe des Gesichtsfeldes, die Focusweiten bei den verschiedenen Combinationen der Objective und Oculare, auf die Stärke der Vergrößerungen, auf die praktische Zweckmäßigkeit des Mechanismus des Mikroskopes und der Hülfsapparate.

1) Zur photometrischen Bestimmung der Helligkeit des Gesichtsfeldes können mehrfache Methoden in Anwendung kommen. Wenn es Individuen geben sollte, bei denen beide Augen eine ganz gleiche Lichtempfindlichkeit besäßen, so könnte gleichzeitig das eine in das Rohr sehen, und das andere nach und nach die Glieder einer Lichtscale vergleichend betrachten. Sicherer ist es zur Beurtheilung der Lichtintension, nur eines Auges sich zu bedienen. Man wählt dazu irgend eine Art Camera lucida, welche dient, das Vergleichungslicht in oder neben das in Hinsicht seines Leuchtungsgrades zu bestimmende Gesichtsfeld zu rücken. Auf diese Bestimmungen, die man nach Gesetzen der Photometrie sehr vervielfältigen könnte, kommt es jedoch weniger an. Die relativ stärkere Hellung ist bloß eins der Zeichen des Grades der Aplanasie, welche noch auf andere Weisen ermittelt werden muß.

2) Wichtiger ist die Prüfung der Schärfe des Mikroskopes. Diese nimmt man an Objecten vor, welche sehr feine parallele Linien, oder dunkle, scharf gezeichnete Ränder darbieten. Am besten taugen hierzu durchsichtige Schüppchen von Schmetterlingsflügeln. Um eine ganz gleiche Vergleichungsmasse zu haben, muß man sich eine Reihe solcher einzelnen Schüppchen vorbereiten, die man immer wieder erkennt, wenn man sie wiederholt bei verschiedenen Vergrößerungen eines oder bei derselben Vergrößerung mehrer Mikroskope in Anwendung bringt. Scharfe dunkle Ränder gewähren Haare von Fledermäusen, Mäusen, Maulwürfen. Auch das Pflanzenreich bietet

viele Objecte von ziemlich constanter Structur und Größe dar. Aber dergleichen Prüfungsweisen gewähren jedoch nie ganz die nöthige objective Gültigkeit, indem man die subjectiven Momente, die Schärfe des Auges und des innern Sinnes, oft sogar die Neuheit der Wirkung eines neuen oder fremden Instrumentes von dem Gesammteindruck wegzurechnen hat.

3) Die Achromasie kommt bei den besseren neueren Mikroskopen kaum mehr in Frage. Nicht so ist es mit den Beugungsphänomenen und der Aplanasie. Bei sehr starken Vergrößerungen sind erstere immer vorhanden, und es ist noch nicht gelungen, durch die Einrichtung der Linsen selbst die gebeugten Strahlen zur Convergenz zu bringen, oder überhaupt nur das Bild davon zu reinigen. Am meisten leistet noch Dujardin's Beleuchtungsapparat, fordert jedoch eine große Accuratesse sowohl der Ausführung als der Behandlung. Andere Inflexionsphänomene zeigen sich in Folge von Unreinigkeiten an den Oberflächen und im Innern, besonders der Oculare, mit denen man sich leicht bekannt macht, wenn man, um ihre Wirkung zu beobachten, solche Verunreinigungen durch aufgestreuten Staub selbst künstlich hervorbringt.

4) Die Prüfung der Aplanasie des Mikroskopes hat zum Theil die schon erwähnten Eigenschaften zu berücksichtigen. Die Aplanasie gewährt die größte Helligkeit, weil sie den möglichst größten Theil der von der Linse aufgenommenen Strahlen in einem Punkte sammelt; eben so gewährt sie die größte Schärfe, weil nicht durch Convergenzen vor oder hinter dem Bilde Nebenbilder entstehen können, welche die Reinheit der Umrisse stören würden. Am schwierigsten ist die Aufgabe, ein möglichst großes aplanatisches Gesichtsfeld zu erreichen, weil die gewöhnlichen Berechnungen die Dicke der Linse nicht berücksichtigen. Es kommt hierbei viel auf Vortheile des Schleifens, davon die Optiker oft selbst nicht Rechenschaft zu geben wissen, und auf glückliche Combination der Linsen an. Ein so glücklich construirtes Linsensystem gewährt ein großes helles Gesichtsfeld, wo in allen Punkten bis zur äußersten Peripherie gleiche Leuchtung herrscht, die Gegenstände überall mit gleicher Schärfe sich darstellen. Bei weniger gelungenen Gläsern zeigen sich im Gesichtsfelde hin und wieder Flecken oder streifenweise matte Stellen von geringerer Deutlichkeit des Bildes, die durch Veränderung der Focusdistanz aufgehoben werden, indeß andere dergleichen an anderen Stellen auftauchen. Dieses Phänomen muß in irgend einer Ungleichheit des Schliffes oder einer unvollkommenen Centrirung seinen Grund haben. Wenn die Linsen im Ganzen in Hinsicht auf Aplanasie unvollkommen sind, so zeigt sich dies durch ein schwaches Nebellicht, welches die dunkleren Stellen des Bildes oder wenigstens die Ränder überzieht und für die Deutlichkeit sehr störend ist. Bei Mikroskopen, deren Aplanasie (wie bei manchen verkäuflichen) nicht immer die vollkommenste ist, sind daher Diaphragmen von kleinem Durchmesser der Oeffnung unentbehrlich, um die schädliche Wirkung der Zerstreuungsbilder zu schwächen oder aufzuheben, wofür denn auch bei dergleichen Instrumenten gehörig gesorgt ist.

5) Zu den guten Eigenschaften eines für praktische Mikrotomie bestimmten Mikroskopes gehört auch, daß bei den stärkeren Vergrößerungen (von den stärksten kann es für jetzt noch gar nicht gefordert werden) für das Arbeiten bequeme Focaldistanzen mit möglichst größtem Gesichtsfelde verbunden seien. Die Focaldistanzen kann man sich, nachdem man an Objecten (z. B. einem Glasmikrometer) einen bestimmten Ausgangspunkt durch unmittelbares Berühren mit dem untersten Objective gewonnen hat, und nun

das Rohr bis zum Punkte des deutlichsten Sehens erhebt, durch Einritzen an der Schiebstange des Rohrs genau bemerken, und sodann mit einem Cirkel zu anderweitigem Gebrauch auf Papier übertragen und notiren, zu welcher Combination der Gläser jede Focusdistanz gehört. Chevalier hat zur Verlängerung der Focaldistanz achromatische Hohllinsen mit Erfolg in Anwendung gebracht. Man sollte diesen Vortheil nicht vernachlässigen. Aehnliche Messungen unternimmt man in Bezug auf die Größen der Gesichtsfelder, die man bei den stärksten Vergrößerungen durch Schrauben- oder Glasmikrometer, bei schwächeren durch andere Maßstäbe bestimmt.

6) Endlich muß man sich auch mit der Vergrößerungskraft des zu prüfenden Mikroskopes bekannt machen. Dies geschieht nach bekannten Methoden entweder mit dem Sömmerring'schen Spiegelchen, oder irgend einer andern Camera lucida. Finden sich von einem andern Beobachter Maße vor und man hat diese zu verificiren, so wird man bald erfahren, ob sie nach der gewöhnlichen von 8 Zoll, oder nach einer andern Messungsart vorgenommen worden, oder gar trüglich oder sonst fehlerhaft seien. Die Beschreibung und Würdigung der Sonnen- und Gaslampenmikroskope können wir hier übergehen. Ihr Gebrauch ist noch sehr beschränkt. Sie werden jedoch immer wichtiger werden, je mehr das Bedürfniß einer allgemeinern Belehrung sich aufdringen wird. — Die Prüfung und Auswahl der Hülfsinstrumente des Mikroskopes wollen wir später berücksichtigen.

III. Wir kommen nun zunächst dazu, uns in dem Gebiete der Gegenstände des Mikroskopes umzusehen, und die Kunst ihrer Behandlung und die Hülfsmittel dazu zu besprechen. Ueber die verschiedenen Objecte der mikroskopischen Forschung haben wir uns schon im Eingange im Allgemeinen ausgesprochen, hier kommen wir auf dieselben mit Rücksicht auf ihre technische Behandlung wieder zurück. Es wird zweckmäßig sein, hier vom Leichteren zum Schwereren fortzuschreiten.

Am leichtesten orientirt man sich und erlangt eine hinreichende Kunstfertigkeit in der Phytotomie. Schon die botanische Systematik führt bei den kleinsten Individuen und Organen allmälig zum Gebrauche der Loupe, fernerhin die Pflanzenphysiologie zum einfachen und zusammengesetzten Mikroskop. Dennoch kommt es für jetzt noch selten vor, daß die Botaniker diesem natürlichen Wege nachgingen, indem im Gegentheil der sich vollendende Systematiker selten weit in das Gebiet der Mikroskopie sich verlocken läßt, vielmehr scheiden sich hier gleich im Beginnen ganz bestimmt die Tendenzen, indem die Einen gleich im Anfange ihrer botanischen Studien sich der mikroskopischen Phytotomie zuwenden, die Anderen sich in die Systematik auszubreiten beflissen sind. Beide Tendenzen beruhen auf ursprünglichen individuellen Anlagen und werden immer von Neuem hervortreten, wenn auch die ausgebreitetere Anwendung des Mikroskopes eine gewisse Ausgleichung herbeiführen sollte. Immer wird es Individuen geben mit Hinneigung zum Tiefsinn, andere zum Scharfsinn, und daraus werden für die Naturforschung immer Physiologen und Systematiker hervorgehen. — Den systematischen Botaniker treibt das Studium der Kryptogamie unausweichlich zum Mikroskop, wenn er sich nicht ausschließlich auf die Phanerogamen beschränken will. Das Reich der Pilze, der Algen, der Moose, der Farren, erfordern für die Bestimmungen der wesentlichen Charaktere gerade die Hülfe des Mikroskopes, und bei dieser Gelegenheit bieten sich ihm die interessantesten physiologischen Phänomene, der Umlauf der Säfte in den Charen, die Bewegungen der Oscillatorien, die Brown'sche Bewegung u. dgl. wie von selbst dar. Der Phanerogamist wird durch das Studium der kleinsten Organe, der

Staubbeutel mit ihrem Inhalte, der Samen, der Drüsen, Haare gleichfalls zur Mikroskopie getrieben. Am meisten zu Hause ist hier der eigentliche Pflanzenphysiolog, der Phytotom κατ᾽ ἐξοχήν, der Phytohistolog, der Erforscher der Phytogenesis.

Wir wollen uns hier nur auf wenige Bemerkungen beschränken. Die Phytotomie wird besonders dadurch erleichtert, daß die Pflanze meist aus starren Gebilden besteht. Jeder Theil derselben erlaubt die feinsten hinreichend durchscheinenden Schnitte, und es kommt hier auf Schärfe und Zweckmäßigkeit der Schneideinstrumente und auf Handfertigkeit Alles an. Das Compressorium kommt hier, außer zur Abwehrung des Wasserdunstes, wo bei den stärksten Vergrößerungen der Focus sehr verkürzt ist, wohl selten zur Anwendung. In dieser Hinsicht hatte Meyen Recht, seine Wichtigkeit in Zweifel zu ziehen, er hätte nur sein Urtheil nicht so allgemein hinstellen sollen; denn ganz anders verhält es sich in der mikroskopischen Zootomie. Man hat mehrfach versucht, zur Erzielung und Vervielfachung der feinsten Schnitte complicirte Mikrotomen zu erfinden. Chevalier in seinem Werke über das Mikroskop und seine Anwendung [1]) erwähnt Mehrer, zuerst Adams (1770) als Erfinder einer mikrotomischen Maschine, dann Cumming's, als des Vervollkommners derselben, endlich aus neuerer Zeit Custence's, davon wohl nur wenig Notiz nach Deutschland gekommen ist. Hier in Breslau beschäftigte sich Herr Dr. Oschatz einige Zeit sehr eifrig mit Construction und Vervollkommnung solcher Instrumente. Zuletzt verfertigte der hiesige geschickte Mechanikus Rösselt nach eigener Idee ein solches. Diese Instrumente mögen für schnelle fabrikmäßige Vervielfältigung von Suiten, oder auch von gleichen Durchschnitten zu phytotomischen Präparaten, wenn deren Gebrauch einmal ausgebreiteter werden sollte, recht anwendbar sein, für die eigentliche Forschung scheinen sie weniger geeignet, weil das Fixiren der Objecte zu viel Zeit wegnimmt, und bei einer nach allen Richtungen sich bewegenden Untersuchung zu oft wiederholt werden müßte. Eine nach jedesmaligem Bedürfniß verschieden eingeschnittene Unterlage von feinstem Kork, ein leichtes, dünnes, sehr scharfes bauchiges Messer, geschickte Hand, fixer Blick, nach Erforderniß eine Loupe im Gestelle, reichen hier für die meisten Fälle aus. Bei härteren Substanzen, Holz, Steinfrüchten, Dattelkernen, Samengehäusen u. dgl., müssen starke keilförmige Schneiden in Gebrauch kommen. Die Behandlung mit Säuren und Alkalien, das Kochen, die Maceration, die Imprägnirung mit Pigmenten, mit Harzen, mit Leim, der Gebrauch der Jodtinctur, können auch vielfach zur Aufschließung der innern Pflanzenstructur von Nutzen sein. Zur schnellen Tingirung würde am besten eine kleine Luftpumpe anzuwenden sein, die auch sonst mehrfachen Gebrauch erlaubt.

Ueber die Methode der Untersuchung der Infusorien findet sich in Ehrenberg's Riesenwerk das Ausführlichere. Da die Infusorien und polypenartigen Thiere fast durchgehends durchscheinend sind, so liegt ihre innere Anatomie dem bewaffneten Auge meist offen dar. Doch ist es mitunter vortheilhaft, verschiedene Grade der Compression bis zur Sprengung in Anwendung zu bringen. Ein gut gearbeitetes Compressorium nach meiner Angabe ist hierbei wohl anwendbar. Einfacher kommt man zum Ziele, wenn man bloße, wohlgeschliffene Deckgläschen von verschiedener Dicke dazu anwendet, indem man einige nach Verhältniß sehr kleine Bröckchen von weichem Wachs, oder nach Erforderniß einige Tröpfchen (Tüpfelchen) von venetianischem Terpenthin oder

[1]) Uebersetzung von Kerstein S. 113.

canadischem Balsam auf die unten liegende Platte bringt und dann unter dem Mikroskop, nachdem man das Thierchen fixirt hat, einen allmäligen Druck darauf ausübt. Mannichfaltiger ist das Aufsuchen der Infusorien und das Einfangen derselben zum nächsten Gebrauch. Ein Mikrozoolog muß den Inhalt der Wasser seiner Umgegend für alle Zeiten des Jahres sehr genau kennen, um, wenn es nöthig, sogleich die erforderten Thierchen an ihren Fundorten aufsuchen zu können. Es wäre interessant und nützlich für das Fach, wenn in dieser Hinsicht Topographien bearbeitet würden. Von Berlin könnte sie Ehrenberg am vollständigsten liefern. In seinem Werke finden sich die Elemente einer allgemeinen geographischen Infusorienkunde. Wie leicht würde es ihm sein, sie zusammenzustellen. Noch interessanter ist der Infusorienkalender, der nicht nur mit den Jahreszeiten überhaupt, sondern mit jedem Witterungswechsel Abänderungen erleidet. — Immer hält der Mikrozoolog eine Reihe Gläser von mittlerer Größe (in zu kleinen gedeihen sie nicht) mit den Wassern der Umgegend und ihren Infusorien oder sonst auch mit künstlichen Infusionen zu Untersuchungen in Bereitschaft. Das Wasser holt man aus verschiedenen Tiefen, zu letzterm Behufe hat man Gefäße mit Klappen im Vorrathe, mit einer Vorrichtung an einem durch Ansätze zu verlängernden Stabe, zum Oeffnen und Schließen der Klappen. Bei nicht tiefen Wassern reichen Röhren mit einem Schließhahn an dem einen Ende hin, um das Wasser aus verschiedenen Localitäten aufzusaugen und abzuschließen. Das Einfangen der Infusorien aus den Gläsern wird auf ähnliche letztere Weise, nur im verkleinerten Maßstabe, bewerkstelligt. Man taucht auf's Gerathewohl, oder in der Nähe von größeren Infusorien, die man in verschiedenem Grade der Sichtbarkeit mit dem nackten Auge oder mit einer mäßigen Linse verfolgen kann, ein Glasröhrchen in die Infusion und bringt dessen untere Mündung in ihre Nähe, indeß die obere mit dem Zeigefinger luftdicht bedeckt ist. Die eingeschlossene Luft hindert das Wasser einzudringen, bis man in der Nähe des Infusorium plötzlich die obere Mündung öffnet, und der in die Röhre einschießende Strom dieses mit sich fortreißt. Man bringt nun die kleine Wassermenge auf eine flach hohlgeschliffene Glasplatte, und kann hier den Fang noch specieller verfolgen. Zu diesem Ende hat man die bei Chemikern gebräuchlichen Pipetten vorräthig, deren breites Ende mit einer Kautschuk-Membran bedeckt ist, das spitze Ende kann nach Erforderniß in ein Haarröhrchen ausgezogen sein. Indem man mit dem Zeigefinger auf die Membran einen zarten Druck anbringt oder im Drucke nachläßt, wird Wasser ausgespritzt oder eingesogen, und im letztern Falle das ausgewählte Infusorium eingefangen. So kann man selbst unter dem Mikroskop bei mäßigen Vergrößerungen, wo das Gesichtsfeld hinreichend groß ist, diese Jagd vornehmen. — Außerdem kommt in dieser Praxis vor: das Füttern der Infusorien mit Pigmenten (Indigo, Carmin, schwarzem Pigment von Ochsenaugen). Ferner die Beobachtung der Fortpflanzung der Infusorien an den Wänden kleiner Cylindergläschen mit Hülfe des horizontal gestellten Mikroskopes, oder innerhalb des Wassers an den Wänden größerer Gefäße durch Einsenkung eines nach der Seite (mittelst rechtwinklicher Prisma) umgebrochenen Tubus nach Chevalier's Methode. Das Experiment über die Wiedererweckung der vertrockneten Infusorien (Hydatina senta u. a.) läßt sich sehr leicht künstlich bewerkstelligen. In eine gehörig reiche Infusion, nachdem sie schon bis auf eine geringe Quantität verdunstet ist, bringt man feinen Sand und läßt sie nun bis zur vollständigen Trockenheit verdunsten. Der Sand liefert dann die erforderlichen Infusorien zur Wiederbelebung unter Wasser. Von der Aufbewahrung der Infusorien als Präparate soll später die Rede sein.

Die Anatomie der Insecten wird größtentheils unter Wasser mit Hülfe der Loupe vorgenommen. Für die Anatomie kleinerer Thiere richtet man sich mehre Glasnäpfchen vor, die man mit schwarzem Wachs ausgießt, nachdem man zuvor den Boden und einen Theil der Wände mit Perron'schem Kitt überzogen, damit das Wachs gehörigen Halt bekomme, indem es sich sonst beim Abkühlen zusammenzieht und von den Wänden absteht. Für größere Thiere und auch sonst finde ich Gefäße von Lindenholz brauchbarer. Sie werden so abgedreht, daß die Holzfasern des Bodens senkrecht stehen, sie werden schwarz gebeizt und mit Talg eingelassen. Zum Anatomiren gehören nun mehre kleine messingene Pincetten von der Art, wie sie Plößl seinen Mikroskopen beifügt, mehre leichte Messerchen von verschiedener Gestalt nach Verschiedenheit der Zwecke, gestahlte Nadeln und verschiedene Gabeln und Haken zum Festhalten des ganzen Thieres und zum Auseinanderhalten der Eingeweide, deren Stiele man an die Ränder der Glasnäpfchen anklebt, oder man braucht Klammern, die in den Boden der Lindengefäße eingestochen werden. Sie halten auch das Thier fest und die Theile in ihrer Lage, wenn es nöthig ist, das Wasser, unter dem die Section immer geschehen muß, zu wechseln. Um Fäulniß zu hindern, wenn die Arbeit bei Tage oder über Nacht ausgesetzt wird, ist es gut, etwas Spiritus beizufügen oder concentrirte gereinigte Kochsalzlösung, davon man eine Flasche vorräthig hat, beizugießen. Letztere in verschiedenen Graden von Verdünnung dient auch dazu, um Maceration zu verhindern oder bei Theilen von Säugethieren, wo die Gefäße mit Blut injicirt sind, und es daran liegt, diese sichtbar zu erhalten. Concentrirte Zuckerlösung thut dieselben Dienste, nur ist sie theuerer.

Wenn man unter dem einfachen oder zusammengesetzten Mikroskope präparirt, wo wegen des Beleuchtungsapparates von unten der Objectträger (somit auch das Näpfchen mit dem Gegenstande) jedesmal mehre Zolle über dem Tische erhöht ist, muß man dafür sorgen, die Vorderarme gehörig zu unterstützen. Dazu dienen zwei kleine, ziemlich harte Keilpolster oder geradezu Klötzchen, die man beiderseits vorlegt. Dies beim Sitzen; beim Stehen müssen diese Unterlagen mehr würfelförmig und gehörig breit sein, damit die Vorderarme zum größern Theil aufliegen können. Geschieht die Arbeit bei einer bedeutenden Vergrößerung, so schraubt man einen mikrotomischen Aufsatz auf den Objecttisch, versehen mit den nöthigen fixirten Pincetten, Druck-, Zerr- und Schneideinstrumenten mit und ohne Schraubenmikrometern. Ich bin des Glaubens, daß die Mikrotomie noch einer großen Vervollkommnung fähig ist, und daß von ihrer Ausbildung große Erfolge für die Naturforschung zu erwarten sind. Künstliches potenzirtes Auge fordert auch künstliche Hände. Wir wollen einige von den schon gegenwärtig in Anwendung gebrachten Instrumenten besprechen. Hierher gehören:

1) Objectträger von verschiedener Beschaffenheit, und die die Objecte aufnehmenden Gefäße. Das Schiebtischchen oder die Zugplatine, nach verschiedenen Constructionen [1]), amovibel anschraubbar auf den Grundträger oder Grund (so heißt die bleibende, nicht abzunehmende, mit Durchsicht, Diaphragmen und mehren Löchern zur Aufnahme von Instrumenten versehene starke Messingplatte oder Tisch), ist in den Fällen anzuwenden, wo es darauf ankommt, in bestimmt gerichteten sehr feinen Bewegungen, die man ebenfalls noch durch an die Schraubenknöpfe angebrachte Nonien, wo nicht große Ge-

[1]) Siehe Encyclopaedie: Roret, Nouveau manuel complet de l'observateur au microscope. Atlas. Pl. 2. Fig. 6, 7.

nauigkeit gefordert wird, messen kann, zu beobachten. Das den Gegenstand enthaltende Näpfchen muß in solchen Fällen an das Tischchen leicht angeklebt sein, damit es nicht verschoben werden könne. Ist der Gegenstand gehörig befestigt und es wird ein Theil desselben durch Häkchen oder Zangen gegriffen, so kann man durch die Gegenbewegungen des Tischchens beliebige Zerrungen und Spannungen hervorbringen, was selbst zu Messungen der Elasticität, der Zerreißbarkeit und anderen mit Hülfe eines kleinen dynamometrischen Apparates an dem Haltinstrumente anwendbar sein müßte.

Eine andere Art von Objectträgern ist die Glasdecke, unentbehrlich bei mikrochemischen Untersuchungen und auch für den Gebrauch des Quetschers sehr bequem. Es ist eine in der Mitte mit Durchsicht versehene Messingplatte, auf deren oberer Fläche eine starke, sie überall überragende Spiegelglasplatte angekittet ist. Nach unten gehen zwei Schrauben zum Einsetzen und Befestigen an den Grundträger. Auch kann die Glasplatte ringsherum eingeschliffene Furchen haben, um mögliches Ueberfließen über den Rand zu verhindern.

Schon bei den älteren Instrumenten hatte man eine unabnehmbare federnde Haltplatte am Objecttischchen, in welche die Probeobjecte eingeschoben wurden. Diese Platte macht das Objecttischchen ungleich und hindert die Anwendung des Quetschers. Zweckmäßiger ist daher diese Klemmplatte bloß mit Reibung in den Grundträger einsteckbar zu machen.

Zu den Objectträgern gehören auch, für Untersuchung unter Wasser, verschiedene Glasplatten und Gefäße. Sehr brauchbar ist das große starke planconcave Glas, wie es den Plößl'schen Mikroskopen beigegeben ist. Außerdem kann man zu mikrotomischen Arbeiten unter dem Mikroskop verschiedene Näpfchen mit weichem gefärbten oder durchscheinenden Boden in Anwendung ziehen. Zur Bereitung des letztern würde ich canadischen Balsam oder venetianischen Terpenthin, die man bis zur nöthigen Consistenz sich verdichten läßt und die vom Wasser nicht so schnell getrübt werden, in Vorschlag bringen. Zum Aufbewahren von Infusorien und anderen Wasserthieren und Wasserpflanzen und zum gelegentlichen Beobachten derselben hat man auch seit Langem die sogenannten Kapseln, zwei an den Rändern genau auf einander passende Gläser, ein hohles und ebnes, die in messingenen Fassungen ruhen und durch das Aneinanderschrauben derselben an einander gedrückt, den innern Raum hermetisch abschließen, worin sich die Objecte in Wasser befinden. Chevalier's Kapseln sind aus ebenen Glasplatten zusammengekittet, im innern Raume befindet sich noch eine bewegliche Platte, die den Gegenstand absperren soll. Mit Unrecht verwirft Chevalier den Gebrauch aller hohlen Gläser als Objectträger. Man kann sogar seichte Uhrgläser recht gut in Anwendung bringen, wenn man sie auf ein flaches Glas mit einem durchsichtigen Lack ankittet.

2) Das Compressorium ist ein für die Mikrotomie, namentlich animalischer Objecte, unentbehrliches Instrument. Gewiß war Ehrenberg einer der Ersten, der es in Gebrauch zog. Die Beschreibung meines Quetschers und die Einführung desselben beim Plößl'schen Instrumente machte dessen Gebrauch allgemeiner. Seitdem sind sehr zahlreiche Modificationen des Compressoriums von verschiedener Brauchbarkeit versucht worden, und es ist allerdings der Mühe werth, hierin zu raffiniren. Ich werde den Gegenstand bei anderer Gelegenheit weitläufiger besprechen, hier will ich nur die verschiedene Anwendbarkeit desselben auseinandersetzen. 1) Dient er zur allmäligen Ausbreitung weicher durchsichtiger organischer Objecte unter Wasser oder anderen Flüssigkeiten, ohne daß dabei der Zusammenhang derselben zerstört wird. So

kann man bei Infusorien, Polypen, Entomostraceen, Würmern, kleinsten Insectenlarven, Insecten den ganzen innern Bau, eben so bei durchsichtigen Eingeweiden kleiner Thiere die innere Structur durch allmäligen Druck zur Anschauung bringen. Pulverig gehäufte Substanzen werden durch Druck und geringe Verrückung der Platten von einander geschieden, wie z. B. bei Untersuchung von Kiesel, Kreide, Gebirgsarten und Mineralien. 3) Bei stärkerem Druck werden endlich die Theile geknickt, gezerrt, verschoben, zerrissen, gesprengt, zerplatzt u. s. w. Es sind dies zwar scheinbar zufällige, wenn man will, rohe Manipulationen; doch wird der aufmerksame Sinn bei allen diesen zufälligen Veränderungen das Wesentliche und Charakteristische herauszusehen verstehen. 4) Man kann die so ausgebreiteten oder veränderten thierischen Objecte, wenn sie Zusammenhang haben, auf eine flache biegsame Klinge aufnehmen und auf Gläschen zur Bereitung von Präparaten übertragen. 5) Einen wichtigen Dienst gewährt der Quetscher nebenbei dadurch, daß er die im Wasser befindlichen Gegenstände bedeckt und so bei kurzem Focus das Beschlagen der Objective mit Wasserdunst verhindert. Man erreicht dies zwar auch sonst mit Deckplatten, nur hat man hier den Druck ganz in seiner Gewalt, und in den meisten Fällen werden die Glasplatten so weit auseinandergehalten, daß bloß der Wassertropfen berührt wird, die Gegenstände unberührt bleiben, indeß bei bloßen Glasplatten doch immer irgend ein Druck ausgeübt wird. Man kann für jeden der beiden Zwecke, den Druck und die Deckung, verschiedene Instrumente sich machen lassen. Ich besitze Quetscher und Decker verschiedener Construction; in letztern kann man schon ziemlich große Glasplatten einschieben, um ausgebreitetere Objecte zu betrachten. 6) Der Decker ist auch für chemische Versuche vielfach anwendbar, indem man Mischungen, Auflösungen, Krystallisation, galvanische Analysen und Synthesen darunter vornehmen kann. Er müßte freilich dann entweder ganz von Glas oder nach seinen metallischen Bestandtheilen von Platin, Gold oder vergoldet sein. Letzteres wird nun durch die Galvanoplastik sehr leicht gemacht. 7) Man kann auch den Quetscher durch kleine Verschiebungen zum Rollen und Wenden der Gegenstände anwenden. 8) Eine nicht unwesentliche Eigenschaft eines jeden guten Compressoriums muß die sein, daß es sich umkehren und unter dem Mikroskop auf beiden Seiten mit gleicher Bequemlichkeit führen lasse. Bei nur wenig durchscheinenden Gegenständen ist dies unentbehrlich, weil (wie dies bei durchsichtigen Gegenständen der Fall ist) die Veränderung des Focus nicht ausreicht, um die der untern Fläche anliegenden Theile deutlich zu sehen. Bei meinem Quetscher ist diese Einrichtung; nicht so beim Schiek'schen Compressorium, noch weniger bei dem Decker, für dessen Zweck es jedoch weniger nöthig erscheint.

Es giebt wohl noch manche andere Vortheile, die die Anwendung von selbst lehren wird, und die zwar nicht unwichtig, jedoch oft so unscheinbar sind, daß sie sich der Aufmerksamkeit leicht entziehen.

3) Ein mikrotomisches Objecttischchen mit mikrometrisch beweglichen Pincetten und Scheerchen herzustellen, soll nächstens mein Bemühen sein, indem ich dies bei stärkeren Vergrößerungen für nöthig erachte, obgleich ich überzeugt bin, daß Uebung, Leichtigkeit und Festigkeit der Handführung alle solche Krücken entbehrlich machen. Weniger entbehrlich bei solchem Apparat sind zweckmäßige Halter und Wender der kleinen oft sehr zarten Objecte. Sie werden namentlich bei Untersuchung der Embryonen aus dem ersten Stadium der Entwicklung erfordert, aber auch sonst bei kleinen Insecten und Gewürmen rc. Ueberhaupt sind solche Vorrichtungen auch darum nothwendig, weil

man möglichst die eine Hand zur Stellung und immerwährenden Veränderung des Focus frei behalten muß. Wichtig ist der Gebrauch von Spitzen. Man muß dergleichen von mehrfachen Formen vorräthig haben, theils einfache, theils gabel- und kammförmige, theils in Häkchen, theils in Plättchen, Karsten ausgehende. Diese Spitzen werden in Stiele einfach eingesteckt oder von solchen eingefangen und mit einer Haltschraube festgehalten. In letzterm Falle kann die Einrichtung getroffen werden, gleich mehre Spitzen zusammenzuordnen. Ferner finden Pinsel von verschiedener Größe, Feinheit, Steifigkeit, feine Drähtchen, Roßhaare und Schweinsborsten vielfache Anwendung.

4) Der elektrische und galvanische Apparat ist bis jetzt wenig in Anwendung gekommen. Ich habe darüber keine eigenen Erfahrungen. Die Anwendung des Mikroskopes für Elektro- und Thermoskopie dürfte nicht unwichtig sein. Doch muß erst ein Anfang gemacht werden. Die gewöhnliche Vorrichtung mit zwei in Glasstengeln laufenden beweglichen Entladern würde für viele Versuche ausreichen, bis sich aus dem Gange der Untersuchung noch andere Vorrichtungen als nothwendig ergäben. So könnte z. B. der Schweigger'sche Multiplicator unmittelbar unter das Mikroskop gebracht, elektrische und thermische Wirkungen verrathen, die bisher übersehen wurden.

5) Die polarisirende Vorrichtung läßt sich bei jedem einfachen sowohl als zusammengesetzten Mikroskop anbringen. Man kann zunächst Turmalinplättchen dazu nehmen, die nach der Achse des Krystalles geschnitten sind. Eine solche Platte von angemessener Größe wird aus canadischem Balsam an eine planconvexe Linse oder zwischen zwei solche gekittet. Diese Linse dient dann beim einfachen, oder als Objectivlinse beim zusammengesetzten Mikroskope. Eine andere solche Platte von Turmalin modificirt das vom Spiegel einfallende Licht, ehe es den durchscheinenden Gegenstand durchdringt, und ist entweder am Diaphragma oder am Objecttische angebracht, oder dient unmittelbar als Träger des Objectes. Bei zusammengesetzten Mikroskopen ist das Nicol'sche Prisma vorzuziehen, davon der Analyseur nach Chevalier's Angabe am besten gleich über den Objectivlinsen im Rohre angebracht wird. Das andere Prisma wird am Diaphragma um seine Länge drehbar befestigt. Auch die Anwendung dieses Apparates für Untersuchung der Natur organischer Substanzen hat noch bis jetzt zu wenig Ausbreitung gewonnen; sie schließt sich zunächst an mikrochemische Untersuchungen an.

6) Ueber mikrochemische Untersuchungsweise und Apparat wage ich nicht mich auszubreiten, da ich hier noch zu wenig eigene Erfahrungen besitze. Mehre zweckmäßige Decker, kleine Glasgefäße, Pipetten zum Aufsaugen verschiedener Flüssigkeiten, Chevalier's chemischer Objecttisch mit zwei Weingeistlämpchen u. dgl. müssen hier vielfältig anwendbar sein. Ein reichhaltiges, noch am meisten bearbeitetes Gebiet gewähren hier die Krystallisationen, und die Einwirkung des Galvanismus auf Analyse und Synthese mineralischer und organischer Substanzen, wozu die zweckgemäßen nöthigen Apparate leicht beschafft werden können.

7) Eine eigene Betrachtung verdienen die verschiedenen Beleuchtungsapparate. Man beleuchtet die Gegenstände entweder von oben, wenn sie undurchsichtig sind, oder, wenn sie durchscheinend oder durchsichtig sind, von unten. Dem erstern Zwecke dient Sellique's Prisma mit krummen convexen Flächen als Ausschnitt einer großen Linse, welches entweder mit einer Fessel an das Rohr des Mikroskopes befestigt oder mit einem Stiele an den Fuß oder auch an den Objecttisch festgestellt wird. Ferner dient zur Beleuchtung eine große Linse auf eigenem schweren Untersatz, die theils für sich, theils mit

dem Prisma combinirt (beim Lampenlicht) zur Erleuchtung von oben dient. Von unten erleuchtet man durchscheinende Gegenstände durch Reflexion des Tages- oder Lampenlichts mittelst eines planen oder concaven Spiegels oder eines rechtwinkligen geraden oder krummflächigen Prisma's. Zweckmäßig ist es namentlich für die concaven Reflectoren, wenn sie an der Säule des Mikroskopes zum Auf- und Niederschieben federnd befestigt sind, wodurch man die Beleuchtung mehr in seiner Gewalt hat. Ein wesentliches Stück zur Regulirung der Beleuchtung ist das Diaphragma, eine geschwärzte, unter der Durchsicht des Objecttischchens excentrisch horizontal drehbare, mit runden und wohl auch anders gestalteten Löchern von verschiedenem Kaliber versehene Messingplatte. Eines der Löcher giebt das volle Licht, die anderen beschränken es in verschiedenen Graden. Anders gestaltete Oeffnungen möchten anwendbar sein, um besondere Structurverhältnisse deutlicher zu machen, man kann es schon daraus entnehmen, weil, wenn man die Oeffnungen des Diaphragma mit dem Finger oder mit anderen geradlinigen Lichtgrenzen theilweise verdeckt, dies auch eigene Leuchtungsmodalitäten zur Folge hat. Man kann sich solche Diaphragmen, verschiedenartigste Durchlöcherungen von geschwärztem Kartenpapiere im Vorrathe halten und sie dem Metalldiaphragma vorkleben. In anderer Weise kann man solche Lichtbegrenzer an dem Spiegel selbst anbringen. Wichtig scheinen mir Wollaston's und Dujardin's Beleuchtungsapparate, namentlich letzterer zur Eliminirung der von der Lichtinflexion abhängenden Phänomene am Bilde des Gegenstandes. Ich habe jedoch noch keine directe Erfahrungen darüber. Zu den Beleuchtungshülfsmitteln möchte ich auch diejenigen chemischen Agentien rechnen, welche die Durchscheinenheit einzelner organischer Bestandtheile vermehren, anderer vermindern oder sie eigenthümlich färben, wodurch eine größere Unterscheidbarkeit der Texturtheile erlangt wird. In dieser Hinsicht ist Essigsäure von verschiedenen Verdünnungsgraden ein köstliches Hülfsmittel, ferner nimmt man in Gebrauch Jodtinctur, Chromsalze ꝛc. Auch die färbenden Polarisationswirkungen möchten wohl hier vielfältige Anwendung finden, wenn nur erst der Anfang damit gemacht würde. Der Gebrauch des directen oder concentrirten Sonnenlichts findet besonders Statt bei Beleuchtung von oben, als Reflexlicht ist es nur dann anwendbar, wenn nur wenig durchscheinende Gegenstände durchdrungen werden sollen, um ihre Structurverhältnisse oder im Innern vorsichgehende Bewegungen zur Anschauung zu bringen, wie es namentlich von C. H. Schultz geschehen ist zur Aufschließung der Bewegungen in den Saftgefäßen der Pflanzen. Eines Versuches werth wäre es wohl, mehre beschränkte Lichter aus verschiedenen Richtungen (z. B. von zwei oder drei Lampen durch mehre besondere Spiegelchen, hohle oder plane, reflectirt) in Anwendung zu bringen. Es könnte zur Verdeutlichung der innern Structur durchscheinender, und der Flächenbeschaffenheit undurchsichtiger organischer und anderer Körper beitragen.

8) Noch sind hier die mikrometrischen Instrumente kurz zu erwähnen, und ihr Gebrauch zu besprechen, indem wir in dieser Hinsicht auf die ausführlicheren Werke über Mikroskopie von Chevalier, Dujardin, Mandl, Vogel u. A. verweisen. Die Mikrometer kann man in Beziehung auf die Art der Messung in Netzmikrometer und in Schraubenmikrometer theilen. Die mikrometrischen Netze messen entweder den Gegenstand selbst oder dessen vergrößertes Bild, indem sie über denselben sich ausbreiten. Die Bewegung von Schraubenmikrometern durch den Durchmesser des Gegenstandes oder des Bildes wird durch graduirte Schraube und Nonius gemessen. Ferner theilt man die Mikrometer in Objectmikrometer und in Ocular- oder Bild-

mikrometer. Die am meisten gang und gäben sind Glasmikrometer, das Netz geritzt mit Demant. Man mißt den Gegenstand entweder, indem man ihn unmittelbar auf das Netz legt; wenn unter Wasser, so muß das Netz (wie oben) geschwärzt sein. Das Bild mißt man, indem man das Mikrometergläschen mit dem Netze nach unten auf das Diaphragma zwischen Sammelglas und Loupe des Oculars bringt, nachdem man erst die Vergrößerungskraft der Loupe ermittelt, und damit die wahre Größe des Mikrometernetzes multiplicirt hat. Wenn man mit dem Glasmikrometer am Bilde allein operiren will, so kann man auch sein relatives Maß durch ein ganz gleiches Mikrometer am Gegenstande ermitteln. Für die Netzmikrometrie empfiehlt Chevalier angelegentlichst Amici's Camera lucida. Man entwirft sich das durch das Mikroskop vergrößerte Netz in der gehörigen Distanz des Sehens auf's Papier, giebt dann an die Stelle des Mikrometers oder unmittelbar auf diesen den Gegenstand, dessen Bild man dann durch das auf dem Papiere entworfene Netz abmessen oder darauf im wahren Verhältnisse der Vergrößerung zeichnen kann. Man erfährt auf diese Weise auch die Vergrößerungskraft des Mikroskopes, wenn man den vergrößerten Maßstab mit dem wahren vergleicht. In die letztere Kategorie gehört denn auch ein gewöhnlicher Maßstab auf einem Gestelle, womit man das vergrößerte, davon bedeckte Bild im Sömmerring'schen Spiegelchen, und mit ihm die Stärke des Instrumentes mißt.

Man kann auch Netze von feinen Metallfäden, Seiden- und Spinnenfäden in dem Diaphragma anbringen, was jedoch heutzutage bei der Leichtigkeit, gute Glasmikrometer zu erlangen, überflüssig erscheint. Noch mehr gilt dies von Naturgegenständen, die eine bestimmte Größe oder Theilung haben, als den Sandkörnern des Leeuwenhoek, Jurin's Metallfäden, Blättchen von Krystalllinsen u. dgl. Dergleichen können nur noch in der äußersten Noth und bei sehr beschränkten Mitteln, oder als Spielerei, oder historischer Kram vorkommen. Die Anwendung eines fein getheilten Zollstocks neben dem Fuß des Mikroskopes, der mit dem linken Auge fixirt wird, indeß das vom rechten Auge gesehene Bild auf den Maßstab geworfen und darauf unmittelbar gemessen wird, nach der Methode Hook's, ist vorerst wegen möglicher Ungleichheit der Augen und der Schwierigkeit dieser Operation nicht Jedermanns Sache, und gewährt auch nicht die erforderliche wissenschaftliche Präcision. Die Schraubenmikrometer wurden zuerst in der Astronomie eingeführt. Zuerst construirte Martin ein Spitzenmikrometer, wo das Bild im Oculare durch Vorschrauben der Spitze mittelst einer getheilten Scheibe und Zeiger gemessen wurde. Eine sinnreiche Methode ist die mit in der Mitte zerschnittenem Collectivglase, wodurch das Verschieben der einen Hälfte das Bild des Gegenstandes getheilt wird. Diese Vorrichtung ist bei dem Mikroskop kaum in Anwendung gekommen. Eine große Berühmtheit und noch bis jetzt sich erhaltende Anwendung haben die Frauenhofer'schen Schraubenmikrometer erlangt. Sie verschieben einen Theil des Objecttischchens, und mit ihm den Gegenstand; die Größe der Verschiebung wird an einen Spinnenfadenkreuz im Diaphragma des Oculars sichtbar und mit dem gradirten Kopfe der Mikrometerschraube und einem Nonius gemessen. Solche Micrometer werden von vorzüglicher Güte von Schiek in Berlin verfertigt. Die Operation damit ist, wenn man sich eine Fertigkeit darin erworben, sehr bequem, und mit Unrecht wirft Chevalier aus Vorliebe für seine Methode mit Amici's Camera lucida auch dieses Instrument in die alte Rüstkammer des Mikroskopes. Nicht vortheilhaft ist es, wenn das Mikrometer mit dem Objecttische bleibend verbunden ist, wie das bei den älteren Plößl'schen Mikroskopen der Fall war. Bei vielem Gebrauch des

Mikroskopes ist es zu sehr dem Staube und anderen Verunreinigungen ausgesetzt. Es muß abnehmbar und aufbewahrbar sein. Für den Gebrauch dieses Mikrometers findet sich bei allen mir bekannten deutschen Mikroskopen der Mangel, daß am Ocular keine Einrichtung getroffen ist, um den Querfaden des Kreuzes mit der Achse der Mikrometerschraube genau parallel zu stellen. Man kann sich zwar selbst durch Versuche den rechten Punkt auffinden und an dem Rande des Rohrs und der Hülse bezeichnen, doch würde das vom Mechanikus noch viel genauer geschehen können.

Die verschiedenen Pachymeter zur Messung der Dicke dünner Blättchen und Fäden finden ihre Anwendung mehr in der Technik und den verschiedenen Industriezweigen. Besonders ausgezeichnet und leicht ausführbar ist der Mensurateur von Le Baillif, den Chevalier beschrieben und auch abgebildet hat [1]. Es ist im Grunde ein Tasterwerkzeug, dessen Distanzen man mittelst des Mikroskopes an einer Glasmikrometerscale abliest. Es könnte auch als Elasticitätsmesser in Gebrauch gezogen werden. In der Naturforschung fänden sich ganze Reihen zur Anwendung dieses Instrumentes. Das mikroskopische Goniometer findet seine Anwendung zunächst bei Bestimmung der im Profil erscheinenden Winkel mikroskopischer Krystalle. Raspail scheint es zuerst in Gebrauch gezogen zu haben. Chevalier gab ihm die zweckmäßigste Einrichtung. Es wird im Focus des obern Glases des Oculars angebracht. Es besteht aus zwei Glasplatten, davon jede mit einem feinen Diametralstrich versehen ist, die untere ruht, die obere, welche in eine gezahnte Scheibe eingesetzt ist, ist um jene mittelst eines Getriebes drehbar. Nothwendig muß mit dem Goniometer ein genaues Schiebtischchen zusammenwirken, um die Spitze des Krystallwinkels genau in das Centrum bringen zu können. Man könnte eine solche Schiebeinrichtung auch gleich mit dem Goniometer vereinigen, und den Mittelpunkt des Kreuzes dem Winkel des Krystalles im Gesichtsfelde entgegenführen. Noch andere Einrichtungen wären zu treffen für die Messung der soliden Winkel mikroskopischer Krystalle, die mit sich ergebenden Bedürfnissen sich leicht werden erfinden lassen.

Chevalier empfiehlt für die Mikrometrie sehr angelegentlich den Gebrauch der Camera clara von Amici. Wenn man die nöthigen Vorbereitungen gemacht und sich die nöthigen Maßstäbe verfertigt hat, so ist ihr Gebrauch allerdings sehr bequem, indem man eben so gut wie bei dem Schraubenmikrometer die unmittelbare Größe an dem Maßstabe des Bildes erkennt. Chevalier liefert ein eigenes Ocular für diesen Meßapparat. Daran befindet sich ein geneigtes diaphragmirtes Spiegelchen, und ganz nahe unter diesem ein rechtwinkliges Prisma. Die Centralöffnung des Spiegelchens läßt das vergrößerte Bild des Gegenstandes sehen, der Limbus reflectirt die in der mittleren Sehweite (bei Chevalier 0,25 Meter) situirte, mit dem Maßstabe bezeichnete Tafel oder Blatt. Das Prisma dient, die sonst durch das Spiegelchen verkehrt zeichnende Hand wieder zurechtzusetzen. Bei dem horizontalen Mikroskop erscheinen Bild des Gegenstandes und Maßstab in senkrechter Richtung vor dem Auge, die Tafel oder das Blatt des Maßstabes liegt horizontal auf dem Tische, in natürlicher Entfernung vom Auge, man kann dabei sitzen und die Umrisse des Bildes genau zeichnen. Nicht so ist es bei dem senkrechten Mikroskop, wo der Maßstab senkrecht aufgestellt werden muß, indeß sein reflectirtes Bild mit dem Bilde des Gegenstandes unten horizontal ausgebreitet ist. Diese Situationen erlauben kein Nachzeichnen. Für die Messung ist die eine

---

[1]) Uebersetzung Seite 89. Taf. 2. Fig. 12.

wie die andere Lage gleich geeignet, doch wählt man lieber die erstere, weil man sich die Begrenzung des Gegenstandes auf dem Papiere leichter bemerken und dann ruhig für sich abmessen kann.

Die Vorbereitung des Maßstabes geschieht folgendermaßen: Man bringt an die Stelle eines Gegenstandes vor das Objectivglas ein fein getheiltes (z. B. ein Millimeter oder sonst ein gebräuchliches Maß, in hundert Theile) Glasmikrometer und nachdem man den Amici'schen Apparat aufgesteckt und in der mittlern Sehweite ein weißes Blatt Papier auf den Tisch gelegt hat, erblickt man auf diesem die vergrößerte Mikrometerscale. Man bezeichnet sich nun auf dem Papiere die Linien so genau als möglich, führt sie dann mit Hülfe des Cirkels und Lineals sorgfältig aus, und bestimmt sich ihre wirkliche Größe mit dem Maßstabe. Gut ist es, wenn man eine solche Vergrößerung und Sehdistanz wählt, daß die Distanzen des wirklichen und des vergrößerten Mikrometers in einander vollkommen aufgehen, weil dies die Rechnung und die Beurtheilung der Größe erleichtert. Wenn also z. B. $^1/_{100}$ eines Millimeters im vergrößerten Bilde im Centimeter groß erscheint, so ist hier die Vergrößerung eine tausendmalige. Wenn man nun an die Stelle des Mikrometers den Gegenstand bringt, daß davon nun jedes Hunderttheil eines Millimeters die Maßdistanz eines Centimeters des Maßstabes als Bild bedecken wird; nimmt also das Bild drei Centimeter ein, so weiß man sogleich, daß der Gegenstand drei Hunderttheil Millimeter groß ist. Füllen die Grenzen des Bildes das Maß nicht vollständig, so kann man durch einen gewöhnlichen Maßstab die weitere Messung auf dem Bilde oder dessen angemerkten Umrissen so weit treiben als man will, und dann auf das bekannte Verhältniß der Vergrößerung reduciren. Ist der Gegenstand sehr klein, so daß in der gewöhnlichen Distanz des Sehens sein Bild nicht recht meßbar ist, so verlängert man nach dem Vorschlage Chevalier's diese Distanz in einem commensurabeln Verhältnisse, bis er sich bequem messen läßt. Man sieht schon aus diesem Wenigen, daß diese Operationen nicht so einfach sind, als Chevalier behauptet, und daß die meisten das Frauenhofer'sche Schraubenmikrometer bequemer finden werden.

IV. Wenn man nun alle optischen, mikrotomischen und mikrometrischen Hülfsmittel zur Hand hat, und auch die Kunst versteht, die natürlichen Gegenstände so vorzubereiten, daß sie zu mikroskopischen Untersuchungen geeignet werden, so ist dies in den meisten Fällen schon hinreichend, daß man für seine Person in den Stand gesetzt ist, ausführliche Untersuchungen anzustellen und die Gebiete der Naturwissenschaft zu erleichtern, zu erweitern und mit neuen Beobachtungen zu bereichern. Man könnte nun den Gang der Untersuchung und die Resultate schriftlich mittheilen und sich schon so genügend verständlich machen Doch fordert ein ursprünglich sichtbarer Gegenstand (wie die mikroskopischen alle sind) zur vollkommenen Verständigung meistens auch eine sichtbare anschauliche Mittheilung, und ich bin im Voraus überzeugt, daß die beschreibende Naturforschung überhaupt und die mikroskopische insbesondere immer mehr dahin streben wird, daß alles Gesehene, was für die wissenschaftliche Erkenntniß wesenhaft ist, auch für die allgemeine Mittheilung, zur äußern Darstellung, es sei durch Bild, plastische Nachahmung oder Präparat gefördert werde. Der mikroskopische Forscher, dem zunächst nur die eigene Betrachtung der Naturphänomene und die Verfolgung ihrer Convergenz zu einem bestimmten Resultate, zu einem allgemeinen Naturbegriffe, zu seiner eigenen Belehrung Zweck sein kann, läßt meistens die Rücksicht auf ihre Mittheilung und graphische Darstellung anfangs außer Acht. Vorerst wird in schnellen, weit auseinander gehenden Griffen, um sich in dem besondern Gebiete zu orientiren, der Gegenstand

untersucht. Bei dem abermaligen Ergreifen desselben geht man mehr in das Specielle und sucht die discreten Momente der Reflexion immer mehr der Continuität der Natur anzunähern, bis es gelingt, eine lebendige Anschauung des Ganzen, die sich schon während der Arbeit in unserem Sinne aufbaut, zu erlangen. Bei wiederholter Rückkehr zum Anfang und in die einzelnen Theile der Untersuchung, bei immer klarer werdender Besinnung, meldet sich bald immer lauter das Bedürfniß, das nun gewonnene Bild im Innern auch zur äußern Darstellung zu bringen. Es ist nun unmöglich, und wäre auch überflüssig, das ganze Detail unserer subjectiven Vorstellung mitzutheilen. Sind wir einmal über das Ganze im Klaren, ist uns das Wesen des Naturbegriffs aufgegangen, werden wir auch im Stande sein, die wesentlichsten Momente zur anschaulichen Darstellung zu bringen. Ist man über den Gegenstand bei sich einig geworden, so handelt es sich um die Wahl der vortheilhaftesten Lage desselben, damit wo möglich alle charakteristischen Züge in's Auge fallen. Doch muß man sich hüten, zu viel mit einem Male erreichen zu wollen, lieber stelle man ihn in verschiedenen Lagen dar, in einem gewissen Cyclus, damit das eine Theilbild sich an das andere schließe und sie sich zu einem stereometrischen Ganzen in der Imagination ergänzen. Man kann nun entweder mit den Umrissen sich begnügen, um bloß zum Verstande zu sprechen Diese Methode urgirte besonders Oken. Eine richtige Beschreibung muß dann das Verständniß ergänzen. Die andere Art ist eine möglichst naturgetreue schöne Darstellung des Gegenstandes, die den Sinn vergnügen und in Verwunderung setzen. Solche Darstellungen finden da Statt, wo man über die objective Wahrheit des Gegenstandes schon im Reinen ist. Die Wissenschaft könnte sie in Anspruch nehmen, wenn es ihr überall erlaubt wäre, auch nach dem Kranz des Schönen ringen zu dürfen. Die Reduction der Zeichnung auf charakteristische Züge kann so weit getrieben werden, daß sich diese zuletzt den Hieroglyphen nähert.

Diese Regeln sind allgemein; in der Mikroskopie finden sie besonders bei Darstellungen aus der Entwicklungsgeschichte und der Anatomie kleinerer Thiere ihre Anwendung, wo die stereometrischen Verhältnisse allenthalben zu berücksichtigen sind. Etwas anders stellt es sich bei Darstellungen in der Histologie, wo die Theile meistens nur in Flächen sich präsentiren, also auf stereometrische Verhältnisse weniger Rücksicht zu nehmen ist. Die Flächen sind entweder Durchschnitte eines Solidum in verschiedenen Richtungen oder mittelst des Compressoriums ausgebreitete weiche Theile. Ist das Präparat glücklich gewählt, so kommt es auf die möglichste Treue der Nachahmung an. Hier ist nun der Punkt, an dem der sonst geschickteste Zeichner scheitern kann. Körner und Fasergebilde bieten eine solche Menge besonderer verschieden gestalteter Theilchen dar, daß man nie zu Ende käme, wenn man alle die Zufälligkeiten zur Darstellung bringen wollte. Es ist hier ein ähnlicher Fall, wie in der Landschaftszeichnung in Betreff der Darstellung des Laubes verschiedener Bäume. Der Zeichner muß sich eine bestimmte Weise annähernder Strichelung oder Punktirung erfinden, die sich dem natürlichen Eindrucke des Gegenstandes am meisten nähere. Er muß (um einen allgemeinern Ausdruck zu gebrauchen) einen gewissen Schlag wählen, wie dort den Baumschlag. Um dies zu können, muß er die einzelnen Theilchen für sich auffassen, die am meisten vorkommenden Formen nebeneinander und durcheinander stellen und ihren Eindruck beobachten, bis dieser von der Art ist, wie ihn der Gegenstand selbst ausübt. Ein gewandter Zeichner kommt auf den rechten Schlag auch ohne diese Vorbereitung, indem er von irgend einem Punkte aus getreu die Natur copirt, wo ihm dann während der Arbeit bald das Verständniß über die charakteristischen Formen aufge-

hen wird. Es giebt jedoch Zeichner, die sich nie hineinfinden. Daher die Nothwendigkeit, daß die Mikroskopiker häufig ihre Zeichnungen selbst ausführen müssen, wo sodann die Forderungen an die Kunst nicht hoch gestellt werden müssen, wenn nur der Zweck des Verständnisses erreicht ist.

Die Darstellungen für allgemeine Histologie müssen möglichst auf das Wesentliche sich beschränken; die sinnliche Anschauung muß die Assimilation des Begriffes durchgegangen sein; es muß hier durchaus idealisirt werden. Nicht so ist es mit Darstellungen für specielle Structurlehre. Hier müssen möglichst treue Copien geliefert werden. Die Forschung und die Zeichnung gehen Hand in Hand. Die Hülfsmittel sind das Durchsichtsnetz im Diaphragma des Oculars und die Camera lucida. Mit dem Durchsichtsnetze zeichnet man auf folgende Weise. Man hält sich mehre runde Glasplatten, welche in das Diaphragma des Oculars genau passen und in welche Netze verschiedener Größe eingeritzt sind, in Bereitschaft. Ferner läßt man sich ein Liniennetz von angemessenen Intervallen, z. B. von einem Centimeter, lithographiren und einige hundert Bogen im Vorrath abdrucken. Das Bild präsentirt sich im Glasnetze und wird Quadrat für Quadrat in die Netzräume des Papiers übertragen. Ist der Gegenstand zu groß, so wird er Theil für Theil im Gesichtsfelde eingeschoben und die Zeichnung fortgesetzt, bis das Ganze vollendet ist. Auf solche Weise hat Dr. Pappenheim charakteristische Durchschnitte aus dem menschlichen Uterus (aus dem im Holzessig gehärteten Uterus wurden durch den ganzen Durchschnitt gehende Hobelspäne gemacht) in allen Hauptrichtungen zur Darstellung gebracht. Auf gleiche Weise können alle complicirtere Fasergebilde (Zunge, Herz), Drüsen, Partieen des injicirten Capillargefäßsystemes, Membranen u. s. w. behandelt werden. Die andere Methode des Nachzeichnens ist mittelst der Camera lucida, wozu namentlich die von Amici nach Chevalier's Modification zu empfehlen ist. Für einen selbstständigen Zeichner ist es hinreichend, durch diese mechanischen Hülfen nur die Hauptumrisse zu entwerfen; das Detail läßt sich dann mit freiem Auge und Hand (freilich immer hinter dem Netze, um sich nicht zu desorientiren) schneller ausführen. Plastische Darstellungen würden besonders für Entwicklungsgeschichte sich eignen, sind aber kaum bis jetzt versucht worden; eben so könnte man die Morphologie der Organe sehr kleiner Thiere zur deutlichern Anschauung bringen.

Nun noch Einiges über Verfertigung mikroskopischer Präparate. Dieser Gegenstand ist noch bis jetzt neu, noch ist darin wenig versucht worden, es wird daher auch verzeihlich sein, wenn ich nur Unvollkommnes liefere, indem ich selbst noch in Versuchen darüber begriffen bin, und sich mein Erfahrungskreis noch lange nicht zum Schlusse neigt. Die zum Aufbewahren bestimmten mikroskopischen Präparate sind entweder trocken oder feucht. Erstere können entweder mit Luft eingesperrt, oder mittelst Oelen, canadischem Balsam, venetianischem Terpenthin, Copal-, Bernstein- und anderen Lacken ver- und umschlossen worden. Trockne Präparate geben alle verholzten Gebilde des Pflanzenreiches, die Horngebilde, Knochen- und Zahnsubstanz der Thiere, selbst feuchte, bis zu einem gewissen Grade vertrocknete Gebilde, wobei ihre Structur noch nicht gelitten hat, indem die fernere Vertrocknung durch das Einschließen mit der fetten oder harzigen Substanz gehindert wird. So kann man mit Holzessig behandelte, getrocknete Nerven, einfach getrocknetes Augenlid mit Meibom'schen Drüsen und Schnittchen anderer drüsigen Theile, injicirte Membranen, Knorpel, durch Säuren erweichte Knochen und Zähne, in Oel, canadischem Balsam rc. aufbewahren.

Die in durchsichtigem Lack eingesperrten Präparate können entweder un-

bedeckt gelassen werden, wobei der an der Luft erhärtete Lack eine hinreichend glatte und harte Fläche darbietet; man muß sie jedoch dann sehr vor Bestäubung bewahren, indem theils das öftere Abwischen dem Präparate schädlich werden kann, theils der Staub sich nach längerer Zeit fixiren und das Präparat trüben würde. Es ist daher gerathen, alle solche Präparate mit recht dünnen Glasplatten (wie man solche um geringes Geld von Plößl in Wien beziehen kann) zu bedecken. Auf solche Art kann man eine ansehnliche, unverwüstliche Sammlung der oben genannten Gegenstände in kurzer Zeit verfertigen.

Schwieriger ist die Hestellung nasser Präparate. Mein gegenwärtiges Verfahren besteht im Einsperren der Präparate zwischen Gläschen in Wasser und anderen Flässigkeiten, Umschließen derselben mit Copal- oder Asphaltlack, und Einrähmen derselben. Vorerst erwähne ich der nöthigen Vorbereitungen. 1) Man läßt sich eine dem Bedürfniß angemessene Zahl von Scheibchen verschiedener Kalibers aus reinem weißen dünnsten Glase schneiden. Die Größen, die ich anwende, sind 2″, 1½″, 1″, ¾″, ½ im Durchmesser. — Jede Größe hat ihr eigenes Gefäß zum Aufbewahren. Es ist gut, wenn sie vor Staub geschützt sind und vom Diener von Zeit zu Zeit gereinigt werden, damit man beim Arbeiten sie nicht erst abzuwischen braucht. 2) Eben so müssen Ständer von verschiedenen, den Durchmessern der Glasscheibchen angemessenen Größen in Bereitschaft gehalten werden. Diese Ständer hat beim Breslauer physiologischen Institute zuerst Dr. Pappenheim eingeführt, und sie haben sich als zweckmäßig bewährt. Es sind hohle dünnwandige Cylinder von ¾″ Höhe mit einem ½ Zoll breiten Rande als Basis. Die Durchmesser der hohlen Cylinder müssen immer etwas kleiner sein, als die oben angegebenen der Glasscheibchen. Ihr oberer Rand wird dünn mit weichem Wachs (vom Wachsstock) bestrichen und ein Glasscheibchen darauf gedrückt, so daß sein Rand den Rand des Cylinders etwas überragt, auf welcher Platte dann das Präparat entweder sogleich verfertigt oder anderswoher, z. B. vom Compressorium, übertragen wird. Man kann so das Präparat, so oft es nöthig, unter das Mikroskop bringen, bis es seine Vollendung erreicht hat. 3) Bereitet man sich Wachsfäden und Wachskügelchen von verschiedener Größe vor und bewahrt sie in Schachteln auf. Die Wachsfäden spritzt man sich mit einer gewöhnlichen Spritze, an die man einen siebförmigen Ansatz angeschraubt hat, in lauem Wasser aus; aus solchen Fäden werden dann entweder Schnittchen oder Kügelchen gebildet. Allenfalls könnte auch eine Vorrichtung wie die der Pillenformen der Apotheker hierzu gebraucht werden. Der Zweck der Kügelchen ist, die Platten, zwischen welche das Präparat kommt, aus einander zu halten, und beim Zusammendrücken des Präparates den Druck zu regeln. 4) Von Flüssigkeiten hält man sich in Bereitschaft Wasser (in einem bedeckten Gläschen mit Löffel, Pinsel), verdünnte Essigsäure, verdünntes, ätzendes Kali, Salzwasser oder Goadby's Flüssigkeit, Oel, die genannten Auflösungen in Fläschchen, in deren Pfropf eine nach unten etwas trichterförmig erweiterte Capillarröhre eingesteckt ist, um nach Ermessen das Präparat mit einer oder der andern Flüssigkeit zu benetzen, oder die Flüssigkeit zwischen die Deckgläschen zu bringen. 5) Ferner füllt man sich Kräuschen mit verschiedenen Lacken, namentlich Copal- und Asphaltlack, auch Lack aus Damarraharz ist gut, durch deren Deckel Pinsel an Stielen durchgesteckt sind, die in den Lack tauchen. Beim Gebrauche wird der Deckel sammt dem Pinsel aufgehoben. Die Anwendung von Schellack habe ich aufgegeben, weil er die Verdunstung nicht genug hindert. 6) Es ist gut, sich zu diesen Arbeiten ein eigenes Tischchen herzurichten, an dessen Ecke der rechten Hand gegenüber sich ein eigenes Eckschränkchen mit

Fächern zur Aufnahme der Fläschchen und Kräuschen und mit Leisten zum Hinstellen der Ständer u. s. w. sich befindet. In eigenen Behältern am Tischchen können alle übrigen genannten Requisite ihren Platz finden, wozu denn auch die zur Präparation nöthigen Instrumente gehören. Damit das Tischchen feststehe, sind vier Spitzen an seinen Füßen eingeschraubt, womit es in der Nähe eines Fensters festgestellt wird. — Auch ist es nützlich, an zweien der Füße Stellschrauben (Nivellirschrauben) anzubringen, um seinen Blatte eine möglichst wagerechte Lage zu geben. An der rechten Seite ist ein Haken angebracht, woran ein Handtuch hängt. 7) Da es in vielen Fällen gut ist, während der Präparation und Einsperrung des Gegenstandes ein helles Licht im Hintergrunde zu haben, so läßt man sich eine ähnliche Spiegelvorrichtung machen, wie bei deu gemeinen hölzernen Mikroskopen, und setzt dann bei dem Arbeiten den Ständer auf das Objecttischchen. In anderen Fällen ist es gut, einen schwarzen Hintergrund zu haben, was theils durch den innern dunklen Raum der Ständer erreicht wird, theils kann zu diesem Zwecke das Tischchen schwarz angestrichen sein. 8) Endlich schafft man sich einen reichen Vorrath von kreisrunden, schwarzpolirten Rähmchen von verschiedenen Größen, angemessen den Größen der Glasscheibchen, in welche die Präparate gepaßt und an deren Rändern die nöthigen Zeichen zum Behuf der Einordnung und der Registrirung angebracht werden.

Nun noch einige Bemerkungen in Betreff der Verfertigung der Präparate: Man nimmt nicht gleiche Gläschen zur Einschließung. Das obere kann um eine Linie und darüber am Rande kleiner sein. Dadurch erlangt man den Vortheil, daß man mit einem Male eine viel größere Masse Lack auftragen kann, auch läßt sich das Präparat am untern Gläschenrande anfassen, und das obere Scheibchen bleibt, wo es nöthig, luftleer, um neue Flüssigkeit einzuflößen. Viele derbere Präparate lassen sich ohne dazwischen gelegte Wachsstückchen einsperren, bei den meisten zarten und weichen ist jedoch diese Dazwischenschiebung unentbehrlich, weil durch die Zusammenziehung des Lackes bei dem Vertrocknen die Glasplatten oft so aneinandergedrückt werden, daß das Präparat seine Structurform verliert, was durch die Wachsstückchen gehindert wird.

Wenn man eineu neuen Lack in Anwendung bringen und sich von dessen Einschließungstauglichkeit überzeugen will, so sperre man den Gegenstand mit Auflösung von Kochsalz (auch wohl anderen Salzen) ein, bald wird, wenn Lücken entstehen, dieses herauskrystallisiren. Ist an die Erhaltung des Präparates gelegen, so wird bald das ausgewitterte Salz abgewaschen, und die Stelle oder sicherer der ganze Rand mit Copallack bestrichen, welcher vor allen anderen eine große Haltbarkeit besitzt. Wenn das Präparat auf dem Rande des Ständers etwas anklebenden Untergläschen gehörig unter Wasser ausgebreitet worden, bringt man Wachsstückchen von einer, dem Gegenstande angemessenen Größe (drei sind meist hinreichend), in gleichen Distanzen auf der vollkommen trocknen Fläche, gehörig weit vom Rande, so weit es das Deckgläschen erfordert, an. Um ihr Haften am Glase zu befördern, kann man jedesmal zuvor eben so viele Fleckchen mit Copallack anzeichnen. Nun bringt man noch etwas Wasser auf das Präparat, damit es darüber steht und hinreichend ist, um bei dem Zudecken mit dem Obergläschen sich von der Mitte gleichförmig auszubreiten und den Zwischenraum ohne Zurücklassung von eingesperrten Luftblasen größtentheils auszufüllen. Was noch nicht ausgefüllt ist, wird durch Einflößung mit der Capillarröhre oder sonst mit einem plattspitzen Körper ausgefüllt. Die am Rande des Untergläschens sich ergießende Flüssigkeit wird mit Druckpapier sorgfältig abgetrocknet, und um den Lack so umgestrichen, daß er an der Fläche des Untergläschen bis an den Rand sich ausbreitet, den Winkel zwischen Unter-

und Obergläschen vollkommen ausfüllt, und den Rand des letztern gleichförmig übergreift, wodurch nach den Trockenwerden eine feste Fassung gebildet wird. Nun stellt man das fertige Präparat an eine freie Stelle auf einem großen Tisch oder in einem Fachschrank sammt dem Ständer zum Trocknen und gelegentlichen Beobachten hin, nachdem man auf einem Zettel mit Bleistift seine Bedeutung kurz bemerkt und diesen unter den Ständer gebracht hat. So bleibt es einige Tage stehen, indem man alle Tage die Umstreichung mit Copal= oder Asphaltlack wiederholt. Endlich wird es in das Rähmchen mit Asphaltlack eingeklebt, und kann nun registrirt, bezeichnet und an die augemessene Stelle in der Sammlung eingereiht werden. Wie lange sich solche Präparate halten werden, muß die Zeit lehren. Ich habe einige, die schon drei Jahre alt und noch vollkommen brauchbar sind.

Da die meisten Präparate für die Durchsicht gemacht sind und durchscheinend sein sollen, so ist es zu bedauern, daß sie so oft nachdunkeln, was man bei vielen, besonders die fibröses Gewebe als Bestandtheil haben, durch verdünnte Essigsäure verhindern kann. Bei den horngewebigen und knorpligen ist eine sehr geringe Zuthat von verdünntem ätzenden Kali vortheilhaft; Krystalle kann man in Oele einsperren. Sind Präparate in der Sammlung (die man öfter durchmustern muß) nachgedunkelt oder verdunstet, so ist am besten, neue zu machen. Ist jedoch das Stück selten, so muß schon dasselbe Präparat wieder wo möglich zurechtgebracht und umgesperrt werden. Beim Verfertigen der Präparate ist es für den Zweck der Demonstration oder für Vervielfältigung der Sammlungen zweckmäßig, sogleich von demselben Gegenstande mehre gleiche Exemplare anzufertigen, wenigstens so viele, als man Mikroskope zu seiner Disposition hat. Eine Anzahl könnte auch zur Communicirung mit anderen physiologischen Instituten angefertigt werden.

Nun noch Etwas über die Demonstration mikroskopischer Gegenstände. Es ist gut, das Mikroskop so zu stellen, daß das Tages= oder Lampenlicht von der Seite einfällt, damit das Auge von einem Lichte gegenüber nicht geblendet werde. Der Zuschauer muß auch eine kurze Anleitung erhalten, wie er den Focus für sein Auge zu stellen, den Gegenstand zu weiterer Uebersicht auf den Objectträger zu bewegen habe. Bei größerer Anzahl von Interessenten wäre es zu wünschen, die Gegenstände durch Drummond'sches Gaslicht zu allgemeiner Anschauung zu bringen. Für jetzt ist dieses Verfahren noch mit zu vielen Schwierigkeiten verbunden.

Bei einer größern Anzahl Zuschauer ist auch eine angemessene Zahl Mikroskope erforderlich. Etwa eins auf fünf Personen, und bei jeder Gruppe sollte ein des Instrumentes Kundiger angestellt sein, um darüber zu wachen, daß jeder Theilnehmer auch das zu sehen bekomme, was gezeigt werden soll. Jede Gruppe muß wo möglich denselben Gegenstand vor sich haben, damit die Erklärung desselben an Alle zugleich gerichtet werden könne. Alle Mikroskope müssen nach Möglichkeit von derselben Qualität sein, überall gleiche Grade von Vergrößerung und Klarheit sich befinden. Ist das, wie in den meisten Fällen, nicht möglich, so muß der Vortragende genau über die Vergrößerungsstärke und Klarheit jedes Instrumentes unterrichtet sein, um die Ausgleichung wenigstens so nahe als möglich zu bringen, und jedesmal zu wissen, unter welcher Vergrößerung und bei welcher Deutlichkeit jede Gruppe den Gegeustand sieht, um darauf bei der Erklärung Rücksicht zu nehmen. Bei Studentencollegien kann eine bedeutende Ungleichheit der Güte der Instrumente mit der Zeit, wenn dieses bemerkt wird, Verlegenheit erzeugen, indem sich Alle zu dem guten drängen, und das weniger gute ungebraucht stehen lassen. — Solche verwaiste Mi=

kroskope sind dann zu nichts besser, als sie dem Privatgebrauche einzelner mikroskopischer Arbeiter zu überlassen, die sich daran bald gewöhnen und gerne davon Gebrauch machen. Es ist ein großer Unterschied, ob man ein Publikum vor sich hat, das sich bloß unterhalten oder oberflächlich belehren will, oder solche Personen, die sich systematisch und wissenschaftlich über ein mikroskopisches Gebiet belehren, endlich ob solche, die sich zu selbstthätiger Forschung qualificiren wollen. Im ersten Falle wählt man das Auffallende, Entschiedene, Zierliche über allgemein interessante Dinge Belehrende. Im zweiten Falle kann man entweder vom einfachen Elementaren zum zusammengesetzten aufsteigen, oder man wählt sogleich das Zusammengesetzte und analysirt es in seine Bestandtheile. Im Laufe des Cursus finden sich dann Gelegenheiten, auf allerlei Störungen, Täuschungen aufmerksam zu machen, von denen der Zuschauer absehen und nur auf das Wesentliche seine Aufmerksamkeit richten soll. Jedesmal muß auch das Charakteristische des Gegenstandes, was sich um dem Selbstforscher nach anhaltender Betrachtung ergiebt, für den nur flüchtigen Zuschauer besonders herausgehoben worden.

Den dritten Fall betrachten wir nun nach der im Eingange gewählten Eintheilung in einem besondern Abschnitte.

V. Es entsteht also die Frage: Wie bildet man sich zum Mikroskopiker? Wer die im Anfange des Artikels aufgestellten Bedingungen, gesundes Auge, Lust und Liebe und Geschick besitzt und die nöthigen Instrumente zu seiner Disposition hat, bei dem kann es auch nicht fehlen, eine gewisse Vollkommenheit in mikroskopischer Praxis zu erlangen. Es kommt nun darauf an, welches Ziel man sich gesetzt. Ob man überhaupt sich der Naturforschung ergiebt, wo dann das Mikroskop als eins der vielen unentbehrlichen Werkzeuge seine ihm angemessene Stelle empfängt und seinen Rang mit den anderen zu theilen hat. Und auch in diesem Falle wird das Mikroskop eine verschiedene Wichtigkeit haben, je nachdem man sich zu den verschiedenen Fächern der Naturforschung gewendet hat. Der Geolog, der Chemiker, der Physiolog, der Zoophysiolog, jeder dieser hat ein anderes Bedürfniß, andern Umfang der Anwendung des Mikroskopes. Anders stellt sich die Sache, wenn Jemand sich zum Mikroskopiker ex professo bilden, und darin es zu einer gewissen Virtuosität bringen wollte, um darin entweder einen Ruhm oder Fortkommen zu finden. Jedoch auch jedes der genannten Fächer, besonders aber die Thier-Physiologie können sich keine Grenzen setzen in der Geschicklichkeit und Geübtheit der Handhabung des Mikroskopes. Mit der erstern Art von Mikroskopikern haben wir es hier nicht zu thun, wir wollen nur dem angehenden Naturforscher-Mikroskopiker, so viel an uns ist, einige Anleitung geben.

Die mikroskopischen Uebungen theilen sich in formale und materiale. Erstere beziehen sich theils auf vollkommene Kenntniß des Mikroskopes, seiner Hülfsapparate und Instrumente, theils auf geschickte Handhabung derselben. Die materialen Uebungen beziehen sich auf zweckmäßige Behandlung der zu untersuchenden Gegenstände. Ueber Alles dieses ist in den früheren Abschnitten möglichst ausführlich gehandelt worden. Die formalen Uebungen können mehr oder weniger gesondert vorgenommen werden, oder mit den materialen zweckmäßig verbunden. Wenn man praktischen Unterricht in Anwendung des Mikroskopes zu ertheilen hat, so muß man auf die Individualitäten Rücksicht nehmen. Manche haben mehr formale, manche mehr materiale Tendenz. Bei ersteren kann man mit Vortheil die Uebungen an möglichst wenigen Probeobjecten vornehmen, bei den anderen muß das Interesse durch die Gegenstände warm erhalten werden. Immer muß der Lehrer der Selbstthätigkeit jedes In-

dividuums gehörigen Spielraum gewähren, nicht zu viel lehren wollen, und hauptsächlich darüber wachen, daß nicht zu viel Mißgriffe geschehen, und wenn sie vorkommen, sogleich bemerkt und verbessert werden. Wir möchten in Bezug auf die Methodik folgende Punkte herausheben.

1) Man mache sich vollständig bekannt mit der physiologischen und psychologischen Natur des Lehrlings, und bringt sie diesem selbst zum Bewußtsein. Man sehe zu, ob er kurz- oder fernsichtig ist oder ein in beiden Hinsichten vollkommenes Gesichtsvermögen habe; ob beide Augen gleiche oder ungleiche Kraft besitzen, ob beide abwechselnd gebraucht werden können, oder nur das eine brauchbar sei; man beobachte die Constitution des Auges, ob es reizbar, entzündlich, welche Scale der Empfindlichkeit ihm zukommt, welcher Anstrengungen es fähig sei. Demzunächst ziehen die Hände unsere Aufmerksamkeit auf sich, ob die rechte oder die linke mehr Geschick zeigt und wie sich dieses bei beiden verhält. Auch die Kraft der übrigen Muskeln des Körpers darf nicht unbeachtet gelassen werden, inwiefern diese länger anhaltende gezwungene Stellungen erlaubt oder nicht. In psychologischer Hinsicht ist die Richtung des Sinnes, wie wir davon im ersten Abschnitte gehandelt, Temperament, Charakter, Geistesvermögen nicht zu übersehen. Die erwähnten Rücksichten werden dann bestimmen, ob abzuwehren, ob zu fördern und in welcher Richtung und Art zu verfahren sei.

2) Mache man sich bekannt mit den herzugebrachten Geschicklichkeiten und Kenntnissen, dahin gehören: Zeichnen, anatomische Technik, naturhistorische Anschauungen, mathematische, optische und andere physikalische Vorkenntnisse.

3) Wenn die mikroskopische Welt für das Subject noch durchaus eine terra incognita ist, so gewähre man in großen Zügen (wozu eine eigene kleine Sammlung eingerichtet werden könnte) und resultorisch eine Bekanntschaft mit derselben, und stelle den Gegensatz zwischen der gemeinen und der mikroskopischen Ansicht und Durchdringung der materiellen Welt nach den verschiedenen Reichen der Natur und der Kunst recht grell vor die Augen, wodurch der Trieb nach ihrer Erforschung nur noch mehr angefeuert wird. Ueberhaupt ist es hier, wie bei jeder Lehre und Kunst, gut, sich mit der Befriedigung des Triebes nicht zu übereilen und darin eine gewisse Stufenfolge zu beobachten.

4) Wenn ich in Bezug auf Entwicklung in der Kunst der Mikroskopie auf meinen eigenen Weg zurückblicke, wie ich erst mit schlechten Loupen begann, und dann zum bessern Pistor'schen einfachen Mikroskope überging, endlich ein Plößl'sches Compositum erlangte und mich nun gänzlich vom einfachen Mikroskop abwendete, um später wieder seinen relativen Werth schätzen zu lernen; und wie alles dieses Entbehren und Gewähren nur dazu beitrug, den Genuß im Kleinen zu concentriren, den Trieb zu spornen, die Kraft jung zu erhalten, so wäre ich versucht anzurathen, auch hier den Weg allmäliger Entwicklung zu wählen. Diese Methode möchte jedoch nur für ganz jugendliche Gemüther anzurathen sein. Begiebt sich ein älterer schon sonst geübter und erfahrener Forscher in die Lehre, so muß man hier auf dem kürzesten Wege zum Ziele eilen, es müssen sogleich die besten Instrumente in die Hand gegeben, die besten Handgriffe und Methoden mitgetheilt werden. Doch auch hier giebt es eine Mitte zwischen den Extremen, die wir besonders zu berücksichtigen haben.

5) Die Uebungen könnten daher immerhin mit der Handhabung der Loupe und feinerer Präparirung mikroskopischer Objecte beginnen und auf den Gebrauch des einfachen Mikroskopes übergehen. Ist der untersuchte und dargestellte Gegenstand von der Art, daß er eine klarere und bis zum größten Detail fortgehende Anschauung erfordert, und ihrer werth ist, so kann ein weiter

fortgeschrittener College die Untersuchung am Compositum übernehmen und den erstern an der Betrachtung Theil nehmen lassen. Es versteht sich, daß man nach Umständen in dieser Scheidung der Functionen nicht zu pedantisch sein darf. Loupe und einfaches Mikroskop finden später beim Gebrauch des Compositum ihre fortwährende Anwendung, wenn Gegenstände für stärkere Vergrößerungen präparirt werden sollen.

6) Beim Uebergange zum Compositum könnte die Uebung am Dissectionsmikroskope als Mittelstufe dienen.

7) Bei Anwendung des zusammengesetzten Mikroskopes mache man sich zuvörderst mit allen Graden seiner Vergrößerung und den dazu nöthigen Combinationen der Gläser, mit den entsprechenden Focusweiten, den Größen der Gesichtsfelder bekannt. In Hinsicht auf Angabe der Vergrößerungen wäre es der Mühe werth, außer der Erlangung der Fertigkeit die Stärken der Vergrößerung zu messen, sich auch durch Uebung die Fähigkeit zu erwerben, dieselbe unmittelbar zu schätzen. Andere hierher gehörige Uebungen sind: Mikrometrie, Regulirung der Beleuchtung von oben oder von unten, Führung des Gegenstandes durch das Gesichtsfeld, Gebrauch des Quetschers, zweckmäßiger Gebrauch der verschiedenen Gläsercombinationen zur Bestimmung der Folge und Abänderung der Vergrößerungen, Uebung in Abänderungen der Focusweiten, Schätzung fremder oder neuer Mikroskope und vieles Andere, worüber in den früheren Abschnitten schon gehandelt wurde.

J. Purkinje.

Anhang

zu dem

vorhergehenden Artikel »Mikroskop«.

Vom

Herausgeber.

Herr Professor Purkinje hat in der vorstehenden Abhandlung auf eine ebenso gründliche als übersichtliche und anziehende Weise das Nöthigste über die Anwendung und den Gebrauch des Mikroskopes, so weit dies in wenigen Blättern möglich war, und es der Zweck dieses Handwörterbuchs erforderte, zusammengedrängt, und Dem, der sich weiter unterrichten will, steht in Julius Vogel's bekanntem Werke ein so guter Wegweiser zu Gebote, daß es vielleicht überflussig erscheinen könnte, wenn ich hier noch auf einige Punkte dieses Kapitels der praktischen Physiologie eingehe.

Indessen ist im Ganzen die allgemeinere Anwendung des Mikroskopes zu wissenschaftlichen Zwecken noch so neu, es haben sich über den Vorzug der einzelnen Instrumente, je nach ihrer Construction und je nach den Werkstätten, von denen sie ausgehen, über die dabei aufzuwendenden Geldmittel u. s. w. noch so wenig feststehende Ansichten und allgemeinere Kenntnisse ausgebildet, daß ich den älteren, vor einigen Decennien gebildeten Aerzten ei=

nerseits, wie den jüngsten Anfängern, dann manchem Laien andererseits einen Dienst zu erweisen hoffe, wenn ich hier das Resultat meiner seit 15 Jahren gemachten Erfahrungen über Anschaffung und Handhabung von Mikroskopen mittheile, womit ich zugleich theilweise den zahlreichen Anfragen zu begegnen hoffe, die von den verschiedensten Seiten an mich gemacht werden. Allerdings wurden mehre Jahre unter meiner Controle zahlreiche Instrumente am hiesigen physiologischen Institute geprüft und abgegeben, was jedoch aus mehren Gründen in der letzten Zeit nicht mehr ausführbar gewesen ist, ebenso wenig, als es mir möglich war, die verschiedenen Anfragen immer zu beantworten. Kamen doch sogar in der letzten Zeit einigemal Facturen bei hiesigen Buchhandlungen an, des Inhalts: Ein Mikroskop zu so und so viel Thaler, vom physiologischen-Institut zu beziehen!

Offenbar ist es fast immer der Wunsch Derjenigen, welche Mikroskope wollen, mit möglichst geringen Kosten ein möglichst gutes Instrument zu erlangen.

Hier ist es vor Allem zu rathen, sich gleich an die rechten Quellen zu wenden, und nicht erst ebenso umständliche als kostspielige Versuche zu machen, Mikroskope von älterer Construction einrichten zu wollen, und etwa erhaltene bessere Linsensysteme nach eigenem Plane neu zu montiren. Ich selbst habe im Jahre 1831, nachdem ich die gewöhnlichen verkäuflichen wohlfeilen Mikroskope weggeworfen hatte, mir drei ziemlich gute, nach dem Selligue'schen Systeme combinirte Linsen aus dem Frauenhofer'schen und Utzschneider'schen Institute verschafft, und diese in Erlangen, dann zum zweiten Male in Augsburg in Messingröhre und auch Stative montiren lassen. Mit diesem unvollkommnen aber leidlichen Instrumente wiederholte ich zuerst damals die Ehrenberg'schen Fütterungsversuche mit Infusorien, und stellte die Untersuchungen über die Entwicklung von Hydatina senta, von Nephelis vulgaris, über den Bau des Rückengefäßes bei den Insecten u. s. w. (s. Oken's Isis. 1832) an. Als ich mit demselben Instrumente 1832 nach München kam, und bei Döllinger zum ersten Male ein gutes Mikroskop vergleichen konnte, bat ich Döllinger um Prüfung des meinigen, worauf er sagte: »Gläser gut, Mechanismus unter aller Kritik.« Gleichwohl mußte ich mich mit demselben Instrumente bei einem Besuche der Meeresküste in Triest behelfen. Eine Frucht dieser Reise war die Schrift: »zur vergleichenden Physiologie des Bluts, 1832.« Ich fuhre dies als Beweis an, daß man auch im Nothfalle mit einem recht schlecht montirten Mikroskop auskommen kann, wenn nur der optische Theil gut ist. Es ging mir ungefähr mit meinem Instrumente, wie es nach Levaillant den Kolonisten am Cap zu Ende des vorigen Jahrhunderts mit ihren elenden Flinten ging, mit denen sie doch das Ziel trafen, wenn sie einmal ihr Gewehr kannten, und wußten, wie weit sie neben das Korn das Ziel halten mußten, um es zu treffen. Gleichwohl gab ich für dies Instrument allmälig an ewigen Aenderungen und Flickereien, womit ich es verbessern wollte, so viel Geld aus, daß ich dafür ein gutes, neues Mikroskop hätte erhalten können. Ich führe diesen Fall an, weil es noch immer Leute, besonders ältere Männer giebt, die im Besitze alter englischer oder auch von deutschen Mechanikern gefertigter, im Handel verbreiteter Instrumente, dieselben gerne ausbessern lassen wollen, und dies versuchen, oft von kenntnißlosen Mechanikern verführt, ohne dabei zum Ziel zu kommen, und ihr Geld dabei wegwerfen.

Noch vor 8 bis 10 Jahren konnte man unter 80 bis 100 Thaler kein brauchbares Mikroskop bekommen. Es ist unstreitig das Verdienst unseres

Landsmanns G. Oberhäuser in Paris (eines Ansbachers von Geburt), daß er zuerst in ihren optischen Theilen vortreffliche Mikroskope zu verhältnißmäßig geringen Preisen lieferte, und dadurch die mikroskopischen Untersuchungen allgemeiner zugänglich machte. Er gab den Instrumenten eine möglichst compendiöse Form und lieferte sie zuerst in größeren Quantitäten, fast fabrikmäßig. Die Instrumente von Oberhäuser sind nächst denen von Plößl in Wien und von Schiek in Berlin am meisten in Deutschland verbreitet. Ich kenne die Instrumente aus diesen drei Werkstätten am besten, kann sie daher auch am meisten empfehlen, und werde mich deßhalb im Nachfolgenden auch vorzüglich auf dieselben beschränken.

Nachdem früher Frauenhofer und nachher Merz in München sich mehr auf die Fertigung von Teleskopen gelegt hatten, hatte Plößl in Wien die meisten Bestellungen auf Mikroskope auszuführen. Er lieferte in Bezug auf den optischen Theil stets höchst vorzügliche Instrumente, bei denen nur der mechanische Theil nicht immer in wünschenswerther Vollendung war. Doch habe ich unter Plößl's größeren Mikroskopen (zu 2 bis 300 Thaler) auch in dieser Hinsicht vortrefflich gearbeitete Instrumente zu sehen Gelegenheit gehabt. Zu den in jeder Hinsicht besten gehörten z. B. Instrumente im Besitz von Jacquin (nachher von Berres), von Dr. Werneck in Salzburg u. a. m. Die kleineren Mikroskope von 70 Thalern haben manche Unvollkommenheiten.

Später lieferten Pistor und Schiek, dann Schiek allein, Mikroskope, bei denen die Plößl'schen und Chevalier'schen, wie es scheint, zum Muster gedient haben. Sie zeichneten sich gleich anfangs durch große Eleganz und vortreffliche Messingarbeit aus; im optischen Theile waren sie schwächer, als die Plößl'schen. In den letzten Jahren hat Schiek Instrumente geliefert, in denen Objective und aplanatische Oculare wenig zu wünschen übrig lassen, und bei welchen der mechanische Theil besser ist, als bei allen anderen Meistern.

Oberhäuser, anfänglich mit Trécourt verbunden, machte den ersten Versuch zur Herstellung von Objectiven, indem er sich von Chevalier für eine demselben gelieferte Arbeit ein Spiel Linsen erbat. Auf eine sehr ingeniöse Weise ordnete und verbesserte er dann unaufhörlich am Mechanismus und in den Combinationen der Gläser, so daß er bald zu den billigsten Preisen kleine Instrumente von leidlich gutem Mechanismus mit vortrefflichen optischen Mitteln lieferte. Die größeren Instrumente zeichnen sich ebenfalls durch vollendete Mechanik aus. Seine kleinen Mikroskope sind äußerst compendiös, und haben eine Menge trefflicher Zugaben.

Mit den Instrumenten aller Größen und Formen aus diesen Werkstätten kann man überall im Wesentlichen dieselben genügenden Beobachtungen machen, und es handelt sich oft nur um kleine Bequemlichkeiten und Einrichtungen, wo denn fast jedes Instrument seine Vortheile, jeder der genannten Meister seine eigenthümlichen Vorzüge hat.

Will sich Jemand ein für fast alle Versuche in der Naturgeschichte und Physiologie hinreichendes Mikroskop anschaffen, so muß dasselbe eine klare 3 bis 400malige Vergrößerung haben. Die Mikroskope von Oberhäuser (Microscope coudé [1]) zu 135 Franken oder die demselben nachgebildeten kleinen Mikroskope von Schiek zu 40 Thaler, sind hier vorzüglich zu empfehlen. Seit einigen Jahren bediene ich mich fast bloß dieser kleinen Instrumente zu allen Untersuchungen, und nur selten nehme ich größere Instrumente zum Vergleichen. In der That reicht man mit diesen kleinen Instrumenten fast immer

---

[1]) S. bei Vogel, Tab. II. Fig. 3.

aus, vorausgesetzt, daß die Optiker gute Linsen dazu gegeben haben. Denn bei keinem Meister fallen alle Instrumente gleich aus, und es ist den Optikern nicht zu verdenken, wenn sie ihre bestgerathenen Linsen, namentlich die stärkeren, für die Bestellungen der größten Instrumente aufheben, da sie bei diesen verhältnißmäßig weit mehr gewinnen, während der Gewinn bei den kleineren Mikroskopen in der That unbedeutend ist. Die Linsen übrigens, die nicht gleich am besten gerathen, haben immer die meiste Arbeit gemacht.

Oberhäuser pflegt noch wohlfeilere, fast ganz ähnliche kleine Mikroskope zu 120 Franken zu liefern, welche auch Schiek anfänglich zu 35 Thlr. machte, jetzt aber nicht mehr liefert. Diese sind für den Gebrauch entschieden weit weniger vortheilhaft, da der Objecttisch zu klein ist, was immer die Ausdehnung mancher Untersuchungen auf größere Objecte hindert; sonst aber sind diese Mikroskope im optischen Theile ebenso gut.

Noch billiger sind die sogenannten, ganz ähnlich gebauten Microscopes à hospice. Sie sind möglichst vereinfacht, und kosten nur 70 Franken. Das Instrument wird gleich auf den Kasten angeschraubt, so daß die Platte unten wegfällt, es fehlt das Mikrometer-Ocular und einige Linsensysteme. Da sie bei zweckmäßiger Combination gerade diejenige Vergrößerung liefern, die man am meisten braucht, so kann man am Ende auch damit ausreichen. Sie sind übrigens für manche Fälle vortrefflich, weil man sie leicht bei sich führen, sogar in einer großen Rocktasche unterbringen kann.

Ist Jemand im Stande, über eine größere Summe zu disponiren, so sind am meisten die von Schiek und Plößl zu etwa 70 Thaler gelieferten Instrumente zu empfehlen [1]), weil man damit die schwächsten und stärksten Vergrößerungen machen kann, und einen sehr großen, freien Objecttisch hat. Sie enthalten gewöhnlich 6 Linsen mit drei- bis vierfachen Combinationen. Zu öffentlichen Vorträgen, zu manchen Beobachtungen, z. B. des Kreislaufes am Froschfuß, sind sie sehr geeignet. Das Fehlen einer feinen Bewegung, wie sie die kleineren oben erwähnten Mikroskope haben, ist allerdings ein Mangel, und eben deßhalb muß der Mechanismus für das Triebrad sehr gut sein. Sehr zu rathen ist die Zugabe eines aplanatischen Oculars, das 6 Thaler kostet, und einer Reservelinse, für die Linse Nr. 6, als die stärkste, welche am leichtesten Schaden leidet, wodurch die Ausgabe auf etwa 80 Thaler erhöht wird.

Ganz vorzüglich, obwohl gewiß zum Theil Luxus-Artikel, sind die großen Mikroskope mit dem schweren, festen Gestelle und Bewegungen der verschiedensten Art, wie sie Oberhäuser zuerst construirt hat, und wie sie ebenfalls von Schiek nachgebildet wurden [2]). Ein solches Mikroskop mit zahlreichen Ocularen, Linsensystemen und anderen Zugaben kostet 7 bis 800 Franken. Wegen ihrer Schwere können sie auf Reisen nicht gut mitgeführt werden, leiden auch dann bei der Verpackung und den Wagenstößen an der Centrirung.

Was die einfachen Mikroskope betrifft, so reicht, meiner Erfahrung zu Folge, ein sehr einfacher Apparat vollkommen aus. Loupen mit 2 Gläsern, einfach in Holz gefaßt, wie sie der Optiker Merz in Erlangen zu 8 Gutegroschen liefert, dazu ein ganz einfaches Brettchen mit einem Stab und beweglichem Arm, der vorne einen Ring zur Aufnahme hat, sind genügend. Besser sind freilich noch achromatische Loupen, obwohl in der That nicht eigentlich nöthig. Eleganter und vollkommner sind allerdings die einfachen Mikroskope von Schiek zu 20 Thaler. Den ziemlich theueren Microscopes à dissection von

[1]) S. abgebildet bei Vogel, Tab. II. Fig. 2.

[2]) S. bei Vogel, Tab. II. Fig. 4.

Oberhäuser kann ich keinen besonderen Vortheil beim Gebrauch einräumen. Sie haben eine ähnliche Montirung, wie die vorhin beschriebenen großen von Oberhäuser.

Sonst sind unter allen Zugaben nur ein Glasmikrometer und allenfalls ein Quetschapparat wünschenswerth, ein paar Nadeln mit Heften und kleine Messerchen.

Was die Mikrometer betrifft, so giebt Schiek seinen Mikroskopen ein Spinnweb-Mikrometer im Ocular bei; Oberhäuser fügt seinen kleinen Mikroskopen ein besonderes Mikrometer-Ocular hinzu. In beiden Fällen braucht der Besitzer ein zweites Mikrometer, um den Werth seiner Ocular-Mikrometer für die verschiedenen Linsencombinationen zu bestimmen. Daher der besonders von Weber zuerst belobte Gebrauch dieser Ocular-Mikrometer immer etwas Umständliches hat, weil sich der Werth natürlich bei jeder Vergrößerung ändert.

Ich gestehe, daß ich, wie Mohl [1]), ebenfalls der Meinung bin, daß in vielen, ja den meisten Fällen ein gewöhnliches Glasmikrometer (eine Glasplatte mit Theilung der Linie in 100 bis 200 Theile), das als Unterlage für das Object dient, viele Vorzüge hat, die leichteste, schnellste und sicherste Anwendung gewährt, mit welcher am wenigsten Fehler gemacht werden, da hier die verschiedenen Vergrößerungen durch die verschiedenen Linsen, durch Ausziehen des Rohrs ꝛc. ohne Einfluß auf die Berechnung sind. Da es sich bei allen mikroskopischen Messungen nicht um solche Genauigkeit handelt, wie bei den teleskopischen in der Astronomie, so reicht die mittelst solcher Mikrometer als Objectträger mögliche Schätzung sehr oft, ja fast immer aus. In manchen Fällen, bei feineren Messungen, ist allerdings ein Glasmikrometer im Ocular oder ein Schrauben-Mikrometer vorzuziehen.

Zum Zeichnen und richtigen Auftragen der Vergrößerung ist eine Camera lucida recht gut: obwohl ich glaube, daß dieselbe um so entbehrlicher wird, je geübter der Beobachter und der Zeichner ist

Für vollkommen entbehrlich halte ich den sogenannten Lichtverstärkungsapparat von Dujardin (appareil Dujardin), der kostspielig ist, keine wesentliche Vortheile gewährt, und in seinem Gebrauch eine genauere Anweisung verlangt, als sie Vogel gegeben hat [2]). Er gewährt, wie mir scheint, den einzigen Vortheil, daß man verschieden beleuchtete Objecte, z. B. weiße und graue Wolken, blauen Himmel, Gebäude u. s. w. unter dem Object hinwegbewegen kann. Zu seiner Anwendung gehört übrigens ein Planspiegel.

Unter den Beleuchtungsmitteln für opake Gegenstände empfehlen sich große planconvexe Linsen am meisten. Prismen mit convexen Flächen und Linsen zusammen, wie sie vorzüglich Berres bei Injectionspräparaten gebrauchte und abbildete [3]), sind kostspieliger, und, obwohl sehr schöne Beleuchtung gebend, doch ohne wesentlichen Vortheil.

Ebenso halte ich die Quetschapparate in den bei weitem meisten Fällen für entbehrlich. In manchen Fällen, wo ein allmäliger, gleichmäßiger Druck, ohne seitliche Verschiebung, angewendet werden muß, ist ein Quetschapparat allerdings sehr brauchbar, und es scheint mir hier der von Purkinje erfundene vor allen anderen den Vorzug zu verdienen; dieser Apparat kommt unge-

---

[1]) In seinem interessanten Aufsatz über Mikrometrie in der Linnaea, Jahrg. 1843.

[2]) S. dessen angeführtes Werk, S. 53.

[3]) Berres, Mikroskopische Anatomie. Tab. I.

fähr auf 2 Thlr. zu stehen. Leider ist er so groß, daß er bei den kleinen Mikroskopen nicht anwendbar ist, weil er einen großen, freien Objecttisch verlangt. In manchen anderen Fällen leistet auch der Apparat von Wallach, der gewiß noch mancher Verbesserungen fähig ist, recht gute Dienste [1]).

Uebrigens wird man die Quetschapparate um so entbehrlicher finden, je mehr man sich mit dem Gebrauch von einfachen Deckblättchen von verschiedener Größe und Dicke einübt. Hier lernt man bald mit dem Finger, bald mit dem Scalpelheft, am besten in vielen Fällen mit der Elasticität einer dünnen, nachgebenden, gefaßten Stahlnadel, den passenden Druck ausüben.

Unschätzbar sind die Glasdeckblättchen, die man von größter Dünne am besten bei Oberhäuser erhält. Sonst in gewöhnlichen Fällen reicht man vollkommen aus, wenn man Stücke des plansten und dünnsten Fensterscheibenglases sich verschafft und in viereckige Blättchen schneidet oder schneiden läßt, und dann die scharfen Ränder abschleift. Zu Objectplatten finde ich größere und dickere Stücke, als man sie gewöhnlich als Zugaben zu den Mikroskopen von den Optikern bekommt, in vielen Fällen vortheilhaft. Man wählt hierzu Stücke Spiegelglas von etwa 2 bis 3 Zoll Länge und 1 bis 2 Zoll Breite.

Je mehr und je länger man sich mit dem Mikroskope beschäftigt, um so mehr lernt man mit wenigen und einfachen Mitteln auskommen. Ich gestehe, daß ich mit einem Instrumente von 40 Thlrn., das eine klare Vergrößerung von 400mal im Durchmesser gewährt [2]), einer guten Loupe mit Gestell, einfachen Glastafeln und Deckblättchen in hinreichender Zahl, einer Glasmikrometerplatte mit Theilung des Zolls in 1200 Theile, die also $1/_{100}$ Linie direct angiebt, einem Rasirmesser, einigen Scalpellen, einer Scheere, einer Pincette und einigen mit Heften versehenen Nähnadeln von verschiedener Stärke, alle oder fast alle naturhistorischen, chemischen, physiologischen und pathologischen Entdeckungen zur eigenen Anschauung zu bringen und zu prüfen, ebenso wie alle neuen mikroskopischen Untersuchungen mit völliger Zuversicht anzustellen mir getraue, — also mit einem Apparate, dessen gesammter Aufwand nicht über 50 Thaler geht, und der auch dem wenig bemittelten Forscher erreichbar ist. Will man noch einige Thaler mehr aufwenden, so ist ein aplanatisches Ocular als Zugabe höchst wünschenswerth, und man wird häufig die dadurch erreichten schwächeren, aber klareren Vergrößerungen, denen mittelst stärkerer Oculare vorziehen lernen.

Hat man mehre und größere Instrumente und vollkommnere Hülfsmittel, so ist dies ganz gut, für die Controle öfter beruhigend und zuweilen ganz bequem. Aber in der Mehrzahl der Fälle ist es doch nur Luxus und gewiß, was man mit dem eben genannten Apparate nicht zu Stande bringt, wird man unter günstigeren Verhältnissen auch nicht leisten und zwingen. Neue Entdeckungen, die man mit obigen Hülfsmitteln nicht wahrnehmen kann, wo sich die Urheber etwa auf ihre besonders kostspieligen oder ausgezeichneten Instrumente berufen, verdienen immer mehr Mißtrauen als Zutrauen.

Ein guter mikroskopischer Beobachter wird man, wie in allen ähnlichen

---

[1]) S. Stilling's und Wallach's Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Fig. 15.

[2]) Das Einzige, was man hier zugegeben wünschte, ist ein Rad mit Blendungen von verschiedenem Durchmesser über dem Spiegel, wie solches bei den Schiek'schen Instrumenten für 70 Thaler angebracht ist, und wie dies auch der Mechanikus Meyerstein in Göttingen bei seinen kleinen, den Oberhäuser'schen nachgebildeten Mikroskopen anwendet.

Dingen, durch Anlage und beharrliche Selbstübung, wobei die Anleitung nur schneller über die ersten Schwierigkeiten hinweghelfen, und auf manche Cautelen, je nach der Natur der Objecte, aufmerksam machen kann.

Um die Güte eines Mikroskopes zu beurtheilen — was oft ohne Vergleichung für den besten und geübtesten mikroskopischen Beobachter nicht so leicht ist, und wobei man mehre Instrumente und Objecte zur Hand haben muß — thut man gut, sich gewisse Bilder recht einzuprägen und einige Gegenstände auf das Genaueste zu studiren. Dazu mögen sich z. B. menschliche und Froschblutkörperchen empfehlen. Dann, um recht durchsichtige und bewegliche Probeobjecte anzuwenden, ist es räthlich, Spermatozoen, z. B. vom Triton, oder bekannte Formen von Infusorien zu wählen. Gerade bei recht durchsichtigen Objecten bewährt sich die Güte eines Mikroskopes. Schüppchen von Schmetterlingsflügeln sind auch recht gut; noch besser aber die Schüppchen von Lepisma saccharivora, da sie zarter sind und sich besser einprägen, schon deßhalb auch vorzuziehen sein möchten, weil die Schüppchen der Schmetterlinge bei den verschiedenen Arten und an den verschiedenen Stellen des Körpers sehr verschieden sind.

Für Diejenigen, welche sich mit der Literatur, der Geschichte und Verbesserung der Mikroskope in verschiedenen Ländern vertrauter machen wollen, mag hier eine Uebersicht über die jüngsten Arbeiten stehen.

Unstreitig ist der neueste Fortschritt in der Construction der Mikroskope durch Selligue's Erfindung von zusammenschraubbaren Objectiven gemacht worden. Es war im Jahre 1824, wo Selligue das Instrument der französischen Akademie vorlegte. Vgl. Rapport sur le microscope achromatique de M. Selligue par Fresnel, abgedruckt in den Annales des sciences naturelles. Tome 3. Mit Abb. — Die Redacteure der Zeitschrift, Audouin und Brogniart fügten ihre Bemerkungen bei. In Deutschland interessirte sich zuerst Döllinger für diese Verbesserung. Er schrieb eine kleine Schrift: Nachricht von einem aplanatischen Mikroskop. München, 1830. 4to. Mit Abb., welche sich auf die im Utzschneider-Frauenhoferschen Institute von Merz gefertigten Instrumente bezog. — Ueber die Mikroskope von Pistor und Schiek gab Ehrenberg Nachrichten au verschiedenen Orten. Berres bildete im ersten Hefte seines großen Werkes über die mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers ein Instrument von Plößl ab, mit dem dazu nöthigen Beleuchtungsapparat für opake Gegenstände.

Unter den deutschen praktischen Werken über Mikroskopie verdient das Werk von J. Vogel die erste Stelle. Kurze und interessante geschichtliche und kritische Notizen über frühere Anwendung einfacher Linsen, über den Gebrauch des Mikroskopes, mögliche Täuschungen u. s. w. finden die Leser im ersten Bande von Hildebrandt's Anatomie, herausgegeben von E. H. Weber, besonders S. 128 u. f, sowie S. 155. Sehr interessant für die verschiedenen Auffassungsweisen bekannter Gebilde des Körpers von verschiedenen älteren und neueren Beobachtern, sind die hier beigegebenen Kupfertafeln. — Der Atlas zu Henle's Allgemeiner Anatomie kann als wahres Muster histologischer Abbildungen dienen.

In der französischen Literatur verdienen ausgezeichnet zu werden: Chevalier: Des Microscopes et de leur Usage, description d'appareils et de procédés nouveaux, suivie d'expériences microscopiques puisées dans les meilleurs ouvrages anciens et les notes de M. le Baillif et d'un mémoire sur les diatomées par M. de Brebisson. Manuel complet du micrographe. Paris,

1839. gr. 8vo. (Hauptwerk, besonders über den technischen Theil, mit vorzüglichen Abbildungen sehr verschiedener Formen von Instrumenten und einer Tafel von Probe-Objecten, worunter auch eine Schuppe von Lepisma). — Mandl: Traité pratique du microscope. Paris, 1839. — Dujardin: Nouveau manuel complet de l'observateur au Microscope. Paris, 1843. 12mo. Mit einem Atlas von 30 Stahltafeln. (Ein kleines, aber sehr brauchbares, durch seine Wohlfeilheit und seine sehr zahlreichen, wenn nicht ausgezeichneten, doch meist genügenden Abbildungen sich empfehlendes Werk, worin alle Zweige der Naturkunde berücksichtigt sind.) Ein so eben erschienenes Luxus-Werk: Donné et Léon Foucault Cours de microscopie. Atlas éxécuté d'apres nature au microscope daguerréotype. Paris, 1845. Fol., wovon bis jetzt zwei Lieferungen vorliegen, scheint, so weit man bis jetzt urtheilen kann, gerade nur für eine beschränkte Anwendung der Daguerrotypie auf diesem Felde zu sprechen, wie dieß im Voraus zu erwarten war.

Unter der englischen hieher gehörigen Literatur findet sich nichts Genügendes. Es ist hier zu nennen: Goring and Prichards microscopical Illustrations und deren Micrographia. London, 1832. — Carpenter lieferte im 3ten Bande (Part. XXII.) von Todds Cyclopaedia of anatomy and physiology einen übersichtlichen Artikel: Microscope.

In Bezug auf Mikrometrie ist auf den früher angeführten Artikel von Hugo Mohl in der Linnaea zu verweisen, dann auf Steinheil's Recension von Fischer's Notice sur les avantages des micromètres in den Münchner gelehrten Anzeigen. 1837. Bd. V., S. 112. Sehr praktisch brauchbar und empfehlenswerth ist die Tabelle von Hannover: Tableau micrométrique pour servir à la comparaison et la réduction des diverses mésures qui sont employées dans la micrométrie microscopique.

In den Werken über Physik, namentlich in den gangbaren Lehrbüchern (auch z. B. bei Biot) ist gewöhnlich die Theorie des Mikroskopes nur sehr kurz und unvollständig behandelt. Brewster hat in der Encyclopaedia britannica einen besonderen Artikel über das Mikroskop geliefert, ebenso Littrow in der neuen Ausgabe von Gehler's physikalischem Wörterbuch, Band VI., 3te Abth., 1837, welche mehr Detail geben. Wichtig für die Verbesserung der Mikroskope wäre unstreitig die Anwendung der neuen: dioptrischen Untersuchungen von Gauß (im ersten Bande der Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Bd. I., 1843).

R. Wagner.

Milch.

Die Milch ist die, in der Regel von den Brustdrüsen weiblicher Individuen aus der Classe der Säugethiere abgesonderte, weiße fettreiche Flüssigkeit, welche von der Natur hauptsächlich zur ersten Nahrung der Neugeborenen bestimmt ist. Obschon ähnliche, ja oft gleiche Flüssigkeiten, auch durch andere Theile des weiblichen Organismus, namentlich beim Menschen, so z. B. durch den Nabel, die Genitalien, die Haut, durch die Weichen, die Achselhöhlen, durch den Magen und Mastdarm bisweilen entleert werden, obschon man sogar bei männlichen Individuen durch die Brüste Milchentleerung wahrgenommen hat, und wie die vor Kurzem erst chemisch untersuchte Milch eines Bockes von Dr. Schloßberger zeigt [1]), mit den wesentlichen Bestandtheilen der Milch, so sind dieses doch immer nur Ausnahmen und gehören mehr in das Gebiet der Pathologie.

Das normale Absonderungsorgan sind die großen Drüsen der Brust, welche während der Schwangerschaft sich mehr und mehr entwickelnd, oft schon mit dem 7ten Monate beim menschlicheu Weibe eine mehr albuminöse Flüssigkeit zu secerniren beginnen, meistens aber kurz vor der Niederkunft, und am stärksten am 3ten Tage nach der Geburt zu turgesciren, und unter Eintritt einer örtlichen oder allgemeinen fieberhaften Reizung die genannte Flüssigkeit abzuscheiden beginnen. Die Brustdrüsen sind zusammengesetzte blasige Drüsen, mit baumförmig verzweigter Grundlage eines Hauptausführungskanales, der sich in immer dünnere Zweige und Zweigchen spaltet, welche letztere mit sehr dünnwandigen Bläschen, den Drüsenzellen, besetzt sind. Ein Haufwerk solcher, von einem feinen Capillargefäßnetze umsponnener Drüsenzellen auf ihren Zweigchen, stellt sich dann dem unbewaffneten Auge als ein kleines rundliches Körnchen dar, und mehre solcher Körnchen bilden dann zusammen die kleinen Drüsenläppchen (Lobuli). Werden mehre solcher Lobuli durch Zellgewebe in einzelne Partien vereinigt, so ist es dann ein Drüsenlappen (Lobus). Ihre Zweigchen vereinigen sich gleichfalls allmälig zu größeren Stämmchen und endlich zum Hauptausführungskanal, aus welchem durch Drücken, Streichen, Saugen, oder bei Ueberfüllung oder Erschlaffung auch von freien Stücken das Secretions-Product ausfließt. — Die Dauer der Milchabsonderung richtet sich nach der Dauer des Säugens, und ist ferner meistens abhängig von dem Nichteintreten einer neuen Schwangerschaft und der Constitution des säugenden Individuum.

Die Menge der abgesonderten Milch ist sowohl beim Weibe als den weiblichen Thieren, nach der Ausbildung der secernirenden Drüsen und der Körperconstitution im Allgemeinen sehr verschieden; ebenso ist dieselbe auch viel von der Nahrung abhängig. —

Die in der ersten Zeit der eingetretenen Secretion vor der Geburt abgesonderte Flüssigkeit ist arm an Fett und Zucker, und enthält Albumin und ziemlich viele Salze; sie besitzt nach Donné's Beobachtungen an einer Eselin

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie von Liebig u. Wöhler. Bd. 51. S. 431.

und Ziege das Aussehen von Wasser, dem man etwas Milch beigemischt hat, ist serös, gelblich, zeigt wenige, zusammengehäufte Kügelchen von unregelmäßiger Gestalt und Größe. Nach Simon's Untersuchungen war die von einer Eselin 14 Tage vor dem Werfen aus den Eutern abgesonderte Flüssigkeit durchscheinend, wenig opalisirend, dickflüssig, zwischen den Fingern klebend, von alkalischer Reaction, und zeigte unter dem Mikroskope wenig Fettkügelchen, einige granulöse Körperchen und Schleimkörperchen. — Bei der quantitativen Analyse ergab dieselbe folgende Zusammensetzung:

Wasser	737,00
Feste Bestandtheile	263,00
Fett	7,98
Casein, dem Krystallin ähnlich . . .	28,93
Albumin	198,34
Extr. Stoffe, Spuren von Zucker und Casein, Chlornatrium und milchsaures Natron	18,41

Als nach 8 Tagen von demselben Thiere die secernirte Flüssigkeit wieder untersucht wurde, war sie reicher an Wasser und ärmer an festen Bestandtheilen, namentlich Albumin, geworden; Fett, Milchzucker und Casein hatten aber relativ zugenommen. — Lassaigne hat bei einer Kuh 41 Tage vor dem Kalben die in den Eutern angesammelte Flüssigkeit untersucht: er fand gleichfalls in der weißgelben, alkalisch reagirenden aber ziemlich rahmreichen Flüssigkeit anstatt Casein Albumin, keinen Milchzucker, und in der $\frac{1}{3}$ des Volumens der Flüssigkeit einnehmenden Rahmschichte eine sehr weiche Butter. Sie hatte ein spec. Gew. = 1,063. Bis 10 Tage vor dem Kalben behielt sie diese Eigenschaften und Zusammensetzung, dann ward sie allmälig milder, enthielt aber immer noch Albumin. 5 Tage nach dem Werfen enthielt sie Casein und hatte nun 1,035 spec. Gew.

Eine Untersuchung, welche Clemm mit der von einer Frau vor der Geburt abgesonderten Flüssigkeit vornahm, ergab 54,78 feste Theile in 1000 Theilen der Flüssigkeit. —

Ist die Geburt wirklich eingetreten, so besitzt die Flüssigkeit aus den nun mehr und mehr turgescirenden Brüsten, in denen sich flüchtige gegen die Achselhöhle ziehende Stiche einstellen, auch noch nicht die vollkommene Beschaffenheit der Milch, indem auch hier noch das der eigentlichen Milch zukommende Casein mehr durch Albumin vertreten ist. Die Flüssigkeit hat beim menschlichen Weibe noch eine mehr seifenwasserartige Beschaffenheit, doch ist sie von dickerer Consistenz und enthält mehr feste Bestandtheile als die Milch. Man hat diese Flüssigkeit mit dem Namen Colostrum belegt. Die Farbe ist in der Regel gelblich, die Reaction alkalisch im frischen Zustande, geht jedoch nach Versuchen, welche Clemm vor Kurzem anstellte, sehr bald, schon nach 3 Stunden, in die saure Reaction über. Unter dem Mikroskope bemerkt man in dem Colostrum Fettkügelchen und granulirte gelbliche runde Körperchen, welche größer als die Milchkügelchen sind. Donné, welcher zuerst auf dieselben aufmerksam machte, nennt sie Colostrum-Körperchen, und giebt an, daß sie sich bis zum 20sten Tage nach der Geburt noch in der Milch der Eselin vorfinden. Simon fand sie nur bis höchstens zum 10ten Tage. Außerdem findet man noch bisweilen Schleimkörperchen und Pflasterepithelien.

Das Colostrum ist reicher an festen Bestandtheilen als die Milch und namentlich sind nach Simon's Beobachtungen der Milchzucker und die Butter

relativ sehr vermehrt. Er fand das spec. Gew. = 1,032. Auch die Salze sind ziemlich reich. Es scheint, daß von der größern Quantität dieser Bestandtheile die abführende Wirkung des Colostrum für den Säugling abhängt; daß diese aber zweckmäßig, ja nothwendig ist, um Meconium u. s. w. zu entfernen, leuchtet ein. Payen will beobachtet haben, daß Fett namentlich eine große Verwandtschaft zum Meconium habe. Das Colostrum der Kühe ist dunkelgelb, dick, schleimig und arm an Fett. Es coagulirt beim Erhitzen vollständig wie Eiweiß, dagegen nicht durch Laab. Sein spec. Gew. ist nach Bondt und Stiptrian Luiscius 1,072.

Quantitative Untersuchungen des Colostrum haben Simon, Chevallier und Henry, Stiptrian Luiscius, Boussingault und le Bel, und neulichst Clemm geliefert.

Dasselbe enthält demnach:

	Frau (Simon)	Kuh	Eselin (Cheval. u. Henry)	Ziege	Kuh (Boussing. u. le Bel)
Casein (Albumin) .	40,0	170,7	123,0	275,0	151,0
Butter	50,0	26,0	5,0	52,0	26,0
Milchzucker . .	70,0		43,0	32,0	36,0
Feuerfeste Salze .	3,1				3,0
Wasser	828,0	803,8	828,4	641,0	784,0
Fester Rückstand .	172,0	196,2	171,6	359,0	216,0

Von den 3,1 feuerfesten Salzen in Simon's Analyse waren 1,8 in Wasser unlöslich.

Erst am 4ten bis 5ten Tage nach der Geburt fängt die Secretion wirklicher ausgebildeter Milch an. Doch richtet sich auch hier die Beschaffenheit derselben stets nach der Einwirkung äußerer Einflüsse, insbesondere der Nahrung. Wir werden die dadurch bedingten Veränderungen später genauer erörtern, nachdem wir zuvor die Milch nach ihren gewöhnlichen physikalischen, mikroskopischen und chemischen Eigenschaften betrachtet haben.

A. Physikalische Eigenschaften der Milch.

Die Farbe derselben ist in der Regel bläulich-weiß oder weiß, seltener gelblich, sie ist undurchsichtig, von mehr oder weniger süßem Geschmack, von eigenthümlichem faden, aber nicht unangenehmem Geruche, von ölig-wässeriger Consistenz, von einem specifischen Gewichte zwischen 1,018 bis 1,045. Ueberläßt man frische Milch sich selbst, so scheidet sich auf der Oberfläche derselben nach einigem Stehen der sogenannte Rahm, eine an Fett reiche Schichte, ab, während die darunter befindliche Flüssigkeit eine mehr dünnflüssige Beschaffenheit und bläulich-weiße Farbe zeigt. Das spec. Gew. der untern Flüssigkeit zeigt sich alsdann gegen das der ganzen Milch erhöht, was offenbar daher rührt, daß sich die specifisch leichteren Theile (Fett und Casein) größtentheils in dem Rahme abgeschieden haben, während in dem untern Theile der Flüssigkeit die Salze, der Milchzucker mit relativ weniger Casein und Butter verbleiben.

Ueberläßt man frische Milch an einem ruhigen Orte längere Zeit sich selbst, so tritt außer der schon erwähnten Abscheidung des Rahmes noch eine andere Erscheinung, nämlich das sogenannte Dickwerden, die Coagulation der Milch ein. Diese Erscheinung giebt sich als Abscheidung einer zusammenhänden leberartigen Masse zu erkennen. Dabei sondert sich eine Flüssigkeit (Molke) ab, welche dünnflüssig ist und einen säuerlichen Geschmack zeigt. Sie enthält

hauptsächlich die Salze der Milch, Milchsäure, Milchzucker und eine geringe Quantität des stickstoffhaltigen Bestandtheiles der Milch aufgelös't (Zieger). Unter den verschiedenen Milcharten zeigt die Frauenmilch in der Regel am wenigsten Neigung zu dieser Coagulation. Clemm sah dieselbe selbst nach 3 Wochen noch nicht eintreten. — Beobachtet man frische Milch unter dem Mikroskope, so stellt sich dieselbe als eine Flüssigkeit mit darin suspendirten verschiedenartigen Körperchen dar. Sie ist auf diese Weise insbesondere von Raspail, Henle, Turpin, Simon und Donné untersucht worden. Nach diesen Beobachtern enthält dieselbe eine große Menge Kügelchen von der verschiedensten Größe von $^5/_{100}$ bis $^1/_{100}$ Millimeter, wie dieses bereits Leuwenhoek angegeben hat; ferner einzelne Epithelien und bisweilen Schleimkügelchen. Raspail hat diese Kügelchen als aus Albumin und Fett bestehend angegeben. Henle und Simon halten die Hülle für Casein nnd den Inhalt für Fett Donné dagegen glaubt sie ganz aus Fett bestehend, weil dieselben sich, auf einem Filter gesammelt und dann mit Aether behandelt, in demselben auflösen, was weder das Albumin noch Casein thun.

Henle gründet seine Angabe auf einen Versuch mit Essigsäure, welche eine Auflösung der Hüllensubstanz der Kügelchen bewirkte. Simon dagegen zog die eingedampfte Milch mit Aether aus, lös'te so sämmtliches Fett, zerrieb den Rückstand mit Wasser und beobachtete ihn unter dem Mikroskope. Es sollen sich dabei theils noch wohlerhaltene Kügelchen, theils Fragmente derselben vorgefunden haben. Durch Kochen werden die Milchkügelchen entweder nicht, oder doch nur wenig verändert. Kaustische Alkalien verändern nach Donné in der Kälte, in nicht zu concentrirtem Zustande, die Milchkügelchen nicht; Raspail dagegen giebt an, daß sie dadurch gelös't würden.

Essigsäure lös't nach Henle, wie schon erwähnt, die Hüllen auf, der Inhalt zerfließt sodann.

Das Vorkommen von Blutkörperchen in der Milch ist nicht normal, und findet nur Statt bei sehr abgematteten oder zu stark gemolkenen Thieren, sowie nach dem Genusse mancher Pflanzen. Ebenso finden sich bisweilen Eiterkörperchen und Infusorien, von welchen wir später bei den pathologischen Veränderungen der Milch sprechen werden.

Donné's Angabe, daß die Frauenmilch erst am 6—10ten Tage die Colostrum-Kügelchen verliere, ist nach d'Outreponts Angaben [1]) unrichtig, indem schon am 3ten Tage die granulirten Colostrum-Körperchen in der Mehrzahl der Fälle verschwinden. —

Chemische Bestandtheile und Eigenschaften der Milch.

Gleichwie jede thierische Flüssigkeit, so enthält auch die Milch organische und anorganische Stoffe. Zu den ersteren gehört das stickstoffhaltige Casein oder der Käsestoff, dann die stickstofffreien ternären Verbindungen, die Butter und der Milchzucker, und endlich die noch wenig gekannten sogenannten Extractivstoffe der Milch. Auch die Milchsäure wird bisweilen als Bestandtheil der Milch genannt, und es ist zu erwarten, daß dieselbe ein nicht seltener Bestandtheil derselben sei; allein da wir wissen, daß sich dieselbe aus dem Milchzucker durch eine Metamorphose desselben erst bildet, so ist ersichtlich, daß eine jede milchsäurehaltige Milch bereits angefangen hat, sich zu verändern, d. h. nicht mehr normal ist. In frischer Milch ist keine Milchsäure nachweisbar (Liebig).

---

[1]) Neue Zeitschrift für Geburtskunde, 10. Bd. S. 1—7.

Unter den anorganischen Bestandtheilen der Milch haben wir hauptsächlich zu nennen: den phosphorsauren Kalk, die phosphorsaure Magnesia, phosphorsaures Eisenoxyd, Chlorkalium, Chlornatrium und Natron. Phosphorsaures Natron, was von Berzelius angegeben wird, sowie freier Kalk, sind in den neueren Untersuchungen der anorganischen Bestandtheile der Milch von Haidlen nicht genannt.

1) Casein nach Mulder als die Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 10 Atomen Protein und 2 Atomen neutralem phosphorsauren Kalk zu betrachten, — ist in der Milch an Alkalien (Kali, Natron, Kalk) gebunden, und durch diese im löslichen Zustande; für sich ist es in Wasser unlöslich. Es wird dieser Körper sowohl aus der Milch, als auch im rein dargestellten löslichen Zustande, sowie aus anderen, z. B. pathologischen Flüssigkeiten, durch alle Säuren leicht gefällt. Mehre derselben, insbesondere aber Essigsäure und Weinsteinsäure, lösen im Ueberschusse zugesetzt den entstandenen Niederschlag wieder auf. Aus diesen sauren Lösungen wird es durch Mineralsäuren, sowie durch kohlensaure Alkalien wieder gefällt. — Alle diese genannten Niederschläge durch Säuren entstehen in der Milch nur, wenn die Säure in einem größern Verhältnisse hinzukommt, als der Menge des vorhandenen, mit dem Casein verbundenen Alkali entspricht. Wird die Säure vorsichtig, d. h. nur bis zur Neutralisation zugesetzt, so bleibt das von seinem Alkali getrennte Casein doch noch in Lösung, und zwar wahrscheinlich durch die Salze der Milch, da man durch künstlichen Zusatz von Salzen dieses befördern kann, und es scheidet sich erst der Käsestoff in unlöslichem Zustande ab, wenn die Flüssigkeit erwärmt wird. Es verhält sich demnach das Casein hier gerade so wie Albumin. In einer künstlichen Caseinlösung, also in einer von Salzen freien Flüssigkeit, tritt dieses nicht ein, sondern es bewirkt dort schon die geringste Menge einer Säure, z. B. Essigsäure, alsbald einen flockigen Niederschlag. — Wird frische Milch mit einem Ueberschusse von Chlornatrium oder Salpeterlösung versetzt und einige Zeit stehen gelassen, so tritt die Milchsäure-Bildung wohl ein, aber es bildet sich kein Caseincoagulum; die Milch bleibt flüssig; kocht man aber jetzt dieselbe, so gerinnt die Flüssigkeit dickflockig, wie eine concentrirte neutrale Albuminlösung. — In frischer Milch bemerkt man beim Kochen keine in Flocken gerinnbare Substanz; ist dagegen die Milch sauer geworden, so wird durch Erhitzen der Molken ein flockiges Coagulum erhalten (Zieger). Es ist dies offenbar nichts Anderes, als ein Casein, was durch Auftreten der Milchsäure in Albumin, d. h. in einen beim Erhitzen coagulirenden, durch die Salze der Milch bei gewöhnlicher Temperatur gelös't bleibenden Körper übergegangen ist.

Das Casein ist in der Milch, wie ich zuerst gezeigt habe, an Alkali gebunden, und es ist dieses Alkali auch die Ursache der Verschiedenheit in dem Verhalten desselben von dem Albumin. Versetzt man Blutserum mit etwas kaustischem Kali, so nimmt es alle Eigenschaften des Caseins an, namentlich wenn beide Stoffe einige Zeit zusammen bleiben oder gelinde erwärmt werden. Simon hat als hauptsächliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Albumin und Casein hervorgehoben, daß ersteres beim Kochen coagulire, letzteres nicht, und nur eine auf der Oberfläche gefurchte Haut beim gelinden Erhitzen zeige. Wird aber Blutserum mit etwas Wasser verdünnt und gelinde erhitzt, oder noch besser vor dem Erhitzen mit etwas Alkali versetzt, so bildet sich auf der Oberfläche desselben die gleiche Haut wie auf der Milch, und die übrige Flüssigkeit gerinnt nicht. In beiden Fällen ist die Bildung dieses Häutchens bedingt durch den Einfluß des Sauerstoffs der Luft — denn in einer Atmosphäre

von Kohlensäure erfolgt die Bildung dieses Häutchens nicht[1]. Dieses Häutchen erneuert sich fortwährend, wenn man dasselbe abnimmt. Die vollkommne Identität der beiden Häutchen der Milch und des Blutserum, wurde durch eine von mir ausgeführte vergleichende Elementaranalyse nachgewiesen. Es wurde nämlich erhalten:

	Häutchen der Milch	des Blutserum
Kohlenstoff	55,940	55,774
Wasserstoff	7,679	7,725
Stickstoff	15,871	15,627
Sauerstoff	20,510	20,874
	100,000	100,000

Ein weiterer von Simon hervorgehobener Charakter des Caseins soll der sein, sich in nicht zu starkem Alkohol namentlich in der Hitze zu lösen, und im letztern Falle einen Theil des Gelös'ten beim Erkalten wieder abzuscheiden. Daß aber auch diese Eigenschaft dem mit etwas Alkali versetzten Albumin zukomme, habe ich gleichfalls gezeigt.

Obwohl das Albumin durch Behandlung mit verdünntem kaustischen Alkali auch gegen Essigsäure dasselbe Verhalten annimmt wie das Casein, so läßt sich doch für die gewöhnlichen Fälle dieses Reagens als das sicherste Unterscheidungsmittel zwischen beiden Stoffen anwenden, indem durch die Essigsäure, wenn sie nicht im Uebermaße angewendet wird, das Albumin in der Kälte nicht, das Casein aber fast vollständig gefällt wird. Sehr zu beachten ist aber bei der Anwendung dieses Reagens, daß das Casein nur durch dasselbe angezeigt wird, wenn es noch an sein Alkali gebunden ist. Denn ist einmal durch Bildung oder Hinzukommen einer freien Säure das Alkali des Caseins hinweggenommen, dann hat dasselbe, sowie überhaupt seine Eigenschaften, so auch die der Fällung durch die Essigsäure verloren.

Auch das neutrale essigsaure Bleioxyd schlägt das Casein fast vollständig, das Albumin dagegen nur unbedeutend nieder. Wird der erhaltene, sorgfältig ausgewaschene Niederschlag durch Kohlensäure zerlegt, so erhält man in der Flüssigkeit essigsaures Casein. —

Das Casein wird in der Milch auch durch Kälberlaab coagulirt. Es ist dieses gleichfalls, wie Pelouze zuerst zeigte, bedingt durch die Umwandlung, welche der Milchzucker erleidet; indem derselbe nämlich in Milchsäure übergeht, entzieht er dem Casein das Alkali, und bedingt auf diese Weise die Coagulation der Milch. Diese Erscheinung tritt deßhalb nicht ein, wenn Laab zu reiner Caseinlösung gesetzt wird[2].

Simon will Unterschiede zwischen dem Casein der Frauen- und Kuhmilch entdeckt haben. Diese können jedoch unmöglich der Substanz an und für sich zukommen, die gewiß bei der Frauenmilch ebenso zusammengesetzt ist, und sich verhält, wie bei der Kuhmilch, gleichwie der Harnstoff des Menschen derselbe ist, wie der der Wiederkäuer, und gleichwie die Harnsäure des Menschenharnes dieselbe wie die des Schlangenharnes. Diese Unterschiede sind bedingt durch wechselnde Verhältnisse der beigemengten Salze, des Alkaligehaltes, des Milchzuckers, und vielleicht seines theilweisen schnellern Ueberganges in Milchsäure u. s. w.

Daß sich das Casein mit den Säuren verbinde, hat Mulder behauptet

---

[1]) Chemisch-physiol. Untersuchungen von Dr. Scherer. Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. XI. S. 21, 22 und 23.

[2]) Simon's medicinische Chemie, Bd. I. S. 70.

und an dem mit Schwefelsäure gefällten Casein nachzuweisen gesucht; er fand nämlich in 100 Theilen desselben 2,89 Schwefelsäure. Nebstdem scheint sich aber auch immer Phosphorsäure, die durch Zerlegung des phosphorsauren Kalkes frei wird, mit demselben zu verbinden. Mulder fand so in dem durch Schwefelsäure gefällten Casein gleichfalls 1,83 % Phosphorsäure. Daß auch auf diese Weise in der freiwillig geronnenen Milch durch Bildung der Milchsäure ein phosphorsäurehaltiges Casein sich abscheide, läßt sich mit Sicherheit schließen, da Milchsäure nach Berzelius' und Lehmann's Versuchen den basisch phosphorsauren Kalk zu zerlegen im Stande ist. Ob aber diese sich abscheidenden Säuren chemisch mit dem Casein verbunden seien, oder sich durch sorgfältiges Auswaschen gänzlich davon trennen lassen, scheint nach früheren Versuchen von mir, die in der neuern Zeit von Rochleder unter Liebig's Leitung bestätiget und erweitert wurden, sehr zweifelhaft zu sein; so habe ich in dem freiwillig geronnenen Casein, Rochleder in dem durch Schwefelsäure, durch Essigsäure, sowie durch kohlensaures Natron aus der schwefelsauren Lösung gefällten Casein durchaus keine Verschiedenheit in dem Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffgehalte vom gewöhnlichen Casein gefunden. Gleichwie das lösliche Casein beim Einäschern immer eine alkalische Asche und in dieser sehr bedeutende Mengen von phosphorsaurem Kalke liefert (6,24% nach Mulder), so giebt das durch Säuren gefällte oder das freiwillig geronnene stets eine neutrale Asche, die viel weniger phosphorsauren Kalk enthält (3,8% Mulder, 2,0% Scherer). Es ist dieses aber ganz natürlich, wenn man bedenkt, daß das mit dem Casein verbunden gewesene Alkali mit der Säure nun ein in der Flüssigkeit lösliches Salz bildet, wenn man ferner bedenkt, daß ein großer Theil des phosphorsauren Kalkes durch die Säure zerlegt und ausgezogen wird. Die große Verwandtschaft des Caseins zu Alkalien, um damit lösliche Verbindungen zu bilden, geht auch noch aus der Thatsache hervor, daß es sogar Kalk oder Baryt als Base aufnimmt, wenn das mit Schwefelsäure gefällte Casein durch kohlensauren Kalk oder Baryt zerlegt wird. Vogel fand in einem solchen löslichen Casein, was mit kohlensanrem Baryt zersetzt worden war, 21% Asche, und darunter Baryt, und Berzelius in einem durch kohlensauren Kalk zersetzten 6,5% Asche, aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke bestehend.

Die Niederschläge, welche Metallsalze in den Caseinlösungen, oder in der Milch selbst erzeugen, scheinen Verbindungen basischer Metallsalze oder vielleicht, wie Lehmann angiebt, Verbindungen von Casein mit Säure, und Casein mit Metalloxyd zu sein. Ich fand wenigstens, wie oben schon angegeben wurde, in dem durch Kohlensäure zerlegten sorgfältigst ausgewaschenen Bleicaseate Essigsäure, und im Rückstande verblieb kohlensaures Bleioxyd.

Auch die Salze der alkalischen Erden fällen beim Erwärmen das Casein aus seinen Lösungen So fällt Gypswasser beim Erwärmen alles Casein aus einer wässerigen Lösung[1]). Kohlensaurer Kalk oder Baryt mit einer Auflösung von Casein erwärmt oder abgedampft, geht mit demselben eine unlösliche Verbindung ein.

Die Darstellung, d. h. Abscheidung des Caseins im löslichen Zustande aus der Milch geschieht entweder:

1. Durch Zusatz von Schwefelsäure zu abgerahmter Milch, Abfiltriren des gefällten schwefelsauren Caseins, Auswaschen mit Wasser und Digestion mit gepulvertem kohlensauren Kalk oder Baryt, wobei sich das freiwerdende Casein

---

[1]) Liebig's organische Chemie. S. 741.

auflös't, und anstatt seines frühern Alkali's sich nun mit einer Quantität Kalk oder Baryt verbindet; oder

2. durch Fällen von abgerahmter Milch mit Alkohol, Schütteln des erhaltenen Niederschlages mit Aether, um Fett auszuziehen, und endlich Lösen desselben in warmem Wasser.

Im unlöslichen Zustande erhält man es durch Fällen mit Essigsäure und Auskochen des gefällten Niederschlages mit Alkohol und Aether.

Das nach den ersten beiden Methoden dargestellte lösliche Casein ist eine mehr oder minder klare, fast geschmacklose, beim Erhitzen nach Milch riechende Flüssigkeit, welche beim Abdampfen sich mit einem Häutchen bedeckt, welche durch starken Alkohol gefällt wird, welche mit Essigsäure sogleich einen Niederschlag bildet, der sich im Ueberschusse der Säure lös't, welche abgedampft ein gelbliches zerreibliches Pulver liefert, das sich dann nur theilweise im Wasser lös't, das aber sonst alle Eigenschaften des nativen Caseins besitzt.

Das durch Alkohol aus der Milch gefällte und mit Alkohol und Aether, zuletzt mit Wasser ausgekochte Casein gab bei meinen Versuchen 10% Asche, größtentheils aus phosphorsaurem Kalke bestehend.

Das Casein ist mit sehr übereinstimmenden Resultaten von Mulder, von mir und Rochleder analysirt worden; während die Analysen von Vogel, dann die in der neuern Zeit von Dumas und Cahours davon differiren.

	(Mulder)	(Scherer) I.	(Scherer) II.	(Scherer) III.	(Rochleder) I.	(Rochleder) II.	(Rochleder) III.
Kohlenstoff	54,96	54,825	54,721	54,580	54,27	53,93	54,19
Wasserstoff	7,15	7,153	7,239	7,352	7,11	7,07	7,17
Stickstoff	15,80	15,628	15,724	15,696			
Sauerstoff	21,73	22,394	22,316	22,372			
Schwefel	0,36						
	100,00	100,000	100,000	100,000			

Vogel fand nur 51,86 bis 52,53% Kohlenstoff; allein es mag dies daher rühren, daß sein Casein sehr viel Baryt enthielt, also vielleicht nicht vollständig verbrannte. Dumas und Cahours fanden nur 53,5 — 53,7 Kohlenstoff — was jedenfalls besser zu Dumas' Hypothesen paßte.

Die Zersetzungsproducte des Caseins durch den Fäulnißproceß sind von Proust und sodann von Braconnot untersucht worden. Ersterer fand in einem 1½ Jahre alten feucht gelegenen Käse Hydrothionsäure, Essigsäure, käsesaures Ammoniak, Käseoxyd (Aposepedin). —

2) Milchzucker (Lactin), $C_{12} H_{24} O_{12}$, ist bis jetzt nur als Bestandtheil der Milch der Säugethiere beobachtet worden, und ward zuerst von Bertholdi 1619 entdeckt. Man erhält denselben in der Regel im Großen aus den Molken durch Eindampfen bis zur Syrupsconsistenz, und längeres kühles Stehen. Er schießt dann in körnigen, harten, zwischen den Zähnen knirschenden krystallinischen Massen an, die man durch nochmaliges Auflösen in Wasser, Behandlung mit Kohlenpulver, Filtriren und Abdampfen in vierseitigen mit vier Flächen zugespitzten Prismen krystallisirt erhalten kann. Er hat ein spec. Gew. von 1,543; ist in 5—6 Theilen kaltem und 2½ Theilen kochendem Wasser löslich; Gegenwart von Säuren oder Alkalien erhöhen seine Löslichkeit bedeutend. In verdünntem Alkohol ist er wenig, in absolutem, sowie in Aether unlöslich. Der aufgelös'te Milchzucker polarisirt nach Persoz [1]) das Licht

[1]) Journ. de Chim. médic. T. IX. p. 419.

nach rechts, während der Rohrzucker es nach links polarisirt. Diese Eigenschaft wird durch Zumischung von Säuren vermehrt; dagegen durch Kochen mit Schwefelsäure, wodurch der Milchzucker zu Traubenzucker wird, allmälig vermindert.

Der Milchzucker verliert bei vorsichtigem, nicht bis zum Schmelzen gehenden Erhitzen 5,3 % Wasser; wird er aber mit Vorsicht noch stärker erhitzt, so schmilzt er und verliert dabei 12 % Wasser. Er erstarrt dann beim Erhitzen zu einer krystallinischen Masse. Mit Wasser zusammengebracht nimmt er das Verlorene wieder auf. Berzelius glaubt daher den wasserfreien Milchzucker als $C_5 H_8 O_4$ und sein Atomgewicht = 832,108 setzen zu müssen, während der krystallisirte $C_5 H_{10} O_5$ und sein Atomgewicht = 944,587 wäre.

Der Milchzucker ist im krystallisirten Zustande von mehren Chemikern untersucht worden. Er enthielt in 100 Theilen:

	(Berzelius)	(Liebig)	(Brunner)
Kohlenstoff . .	40,11	40,461	40,437
Wasserstoff . .	6,65	6,605	6,711
Sauerstoff . .	53,24	52,852	52,852
	100,00	100,000	100,000

Aus diesen Analysen ergiebt sich für den krystallisirten Milchzucker die Formel: $C\ H_2\ O$

oder: $C_5\ H_{10} O_5$

oder: $C_{10} H_{20} O_{10}$

oder: $C_{12} H_{24} O_{12}$ u. s. w.

Für den wasserfreien Milchzucker, der beim Erhitzen 1 Atom Wasser verlor, wäre alsdann die Formel $C_{12} H_{22} O_{11}$ anzunehmen.

Es wäre alsdann der krystallisirte Milchzucker isomerisch mit dem wasserfreien Traubenzucker und der wasserfreie Milchzucker isomerisch mit dem krystallisirten Rohrzucker. Der Milchzucker absorbirt im pulverisirten Zustande salzsaures Gas und verwandelt sich dabei in eine graue Masse. Schwefelsäure treibt aus derselben die Salzsäure wieder aus.

Auch Ammoniak-Gas absorbirt derselbe langsam und zwar 12,4% (Berzelius). Auch mit Bleioxyd soll sich derselbe in mehren Verhältnissen verbinden.

Zersetzungsproducte des Milchzuckers. Wird Milchzucker mit verdünnten Mineralsäuren gekocht, so wandelt er sich in Traubenzucker um. Mit concentrirten Mineralsäuren giebt er Sachulmin und Sachulminsäure. Mit Salpetersäure erwärmt liefert er Schleimsäure und Kleesäure. Mit Kalihydrat zusammengerieben löst er sich unter Erhitzen zu einer braunen Flüssigkeit auf.

Leicht reducirbare Metalloxyde geben an den Michzucker beim Erhitzen Sauerstoff ab und werden zu Oxydulen oder Metallen, unter Bildung von Ameisensäure.

Mit Galle und concentrirter Schwefelsäure giebt er nach Pettenkofer, gerade wie Rohr- und Traubenzucker, eine prächtig violette Flüssigkeit.

Die letzteren beiden Eigenschaften sind es daher auch hauptsächlich, die zur Nachweisung und Erkennung des Milchzuckers in der analytischen Chemie anzuwenden sind.

Wird nämlich eine reine Gallenlösung mit concentrirter Schwefelsäure langsam und vorsichtig zu drei Viertheilen versetzt und dieser Mischung sodann die auf Milchzucker zu prüfende Flüssigkeit tropfenweise zugesetzt, so entsteht alsdann eine prächtig violette Färbung in der Flüssigkeit.

Versetzt man eine Milchzucker enthaltende Flüssigkeit mit schwefelsaurem Kupferoxyd und überschüssigem Kali, und erwärmt, so wird der anfangs blaugrüne Niederschlag (Kupferoxydhydrat) allmälig braun, und zuletzt rothgelb (Kupferoxydul).

Auch durch fermentirende Substanzen wird der Milchzucker verändert, und zwar ist die gewöhnlichste dieser Veränderungen die, welche er durch das lösliche Casein der Milch selbst erleidet, nämlich die Umwandlung in **Milchsäure**. Diese Umwandlung geht jedoch nicht mehr vor sich, wenn das Casein in den coagulirten Zustand übergegangen ist, weßwegen stets ein großer Theil des Milchzuckers unverwandelt noch in den Molken enthalten ist. Wird aber die sich bildende, oder bereits gebildete Milchsäure durch Zusatz von etwas kohlensaurem Natron neutralisirt, das Casein wieder in den löslichen Zustand übergeführt, so geht die Einwirkung des Caseins auf den Milchzucker, und damit die Bildung der Milchsäure auf's Neue vor sich, und man kann auf diese Weise sehr große Mengen, selbst hinzugesetzten Milchzuckers in Milchsäure umwandeln.

Daß die so gebildete Milchsäure die Abscheidung des Caseins in unlöslichem, sogenanntem coagulirten Zustande bedinge, ist schon oben erwähnt worden. Ob aber die Milchsäure selbst sich mit dem abgeschiedenen Casein verbunden habe, ist nicht sehr wahrscheinlich, da, wie aus der oben mitgetheilten, von mir unternommenen Elementaranalyse des so abgeschiedenen Caseins erhellet, dasselbe durchaus keine Verschiedenheit in dem Verhältnisse der Elemente zeigt, die doch jedenfalls sich hätte zeigen müssen, wenn es eine Verbindung mit Milchsäure wäre.

Deßhalb möchte wohl auch weniger der Nutzen des zugesetzten kohlensauren Natrons bei der Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure darin bestehen, daß milchsaures Casein wieder in Caseinnatron verwandelt würde, als vielmehr darin, die gebildete freie Säure, die wie jede andere Säure solchen Umwandlungsprocessen hemmend entgegenwirkt, zu neutralisiren. Es geht dies zum Theil schon daraus hervor, daß auch andere Substanzen als kohlensaures Natron, z. B. Metalle, die sich unter Einwirkung von Säuren leicht zu oxydiren vermögen, dieselbe Wirkung haben. So hat man vor einigen Jahren in einigen landwirthschaftlichen Journalen den Gebrauch von Zinkgefäßen empfohlen, um eine verlangsamte Gerinnung der Milch zu erzielen, hat aber dabei nicht bedacht, daß die Molken, sowie die Milch selbst, wenn sie vor der Gerinnung noch angewendet wurde, oder die Buttermilch einen Gehalt an milchsaurem Zinkoxyd erhalte.

Daß die Beschaffenheit der Atmosphäre und namentlich die elektrischen Verhältnisse derselben von Einfluß auf die schnellere Umsetzung des Milchzuckers in Milchsäure seien, geht aus der allbekannten Thatsache hervor, daß im Sommer bei Gewittern die Milch schnell gerinnt und sauer wird.

Ebenso bekannt ist es bei den Hausfrauen, daß eine abgekochte Milch viel weniger schnell in Säuerung übergeht, als eine nicht gekochte. Siedehitze wirkt aber bekanntlich allen Metamorphosen auf einige Zeit entgegen.

Für die Ursache dieser Metamorphose hat man meines Wissens bis jetzt noch keine Pilztheorie aufgestellt.

Die reine Milchsäure, welche man durch Zerlegung des milchsauren Barytes mit Schwefelsäure darstellen kann, ist eine syrupähnliche, farblose, stark sauerschmeckende Flüssigkeit von 1,215 spec. Gew.; sie zieht aus der Luft Wasser an und ist löslich in Alkohol und Aether. Beim trocknen Erhitzen bis 250° giebt sie ein weißes krystallinisches Sublimat, was schwer in kaltem

Wasser, leicht in kochendem löslich ist. Vergleicht man diesen Körper hinsichtlich seiner Zusammensetzung mit der nativen Milchsäure, so bemerkt man, daß die Elemente des Wassers H_2O sich davon getrennt haben, oder von dem Milchsäurehydrat $2H_2O$. Das Milchsäurehydrat ist polymerisch mit dem Milchzucker. — Liebig, Mitscherlich, Gay-Lussac und Pelouze haben die Säure analysirt, und ihre Zusammensetzung ist demnach folgende:

Kohlenstoff . . .	45,56
Wasserstoff . . .	6,04
Sauerstoff . . .	48,40
	100,00

Die daraus entwickelte Formel ist: $C_6H_{10}O_5 + H_2O$ und die der sublimirten oder Metamilchsäure: $C_6H_8O_4$.

Aus dem über die Bildung der Milchsäure aus dem Milchzucker Angeführten erhellet, wie selbst in einer frischen Milch die Bildung von Milchsäure mehr oder minder erfolgt sein kann, je nachdem das Casein selbst in einer raschern oder weniger raschen Umänderung begriffen, auf den Milchzucker einwirkt. Auch die von einigen Beobachtern angeführte saure Reaction der Milch möchte hieraus zu erklären sein.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich nebst der Milchsäure bei dieser Metamorphose des Milchzuckers auch Buttersäure bildet, da die Milchsäure selbst geruchlos ist, und die sauer gewordene Milch einen nicht geringen säuerlichen Geruch besitzt. Auch die Versuche von Pelouze über die Bildung der Buttersäure deuten darauf hin.

Noch eine andere Metamorphose vermag der Milchzucker unter gewissen Umständen zu erleiden, nämlich die in Alkohol und Kohlensäure. Man hatte lange Zeit den Milchzucker für einen gleich dem Mannit u. s. w. der geistigen Gährung unfähigen Zucker gehalten, und geglaubt, daß er nicht eher dieser Metamorphose fähig sei, bis er durch Einwirkung einer Säure zuvor in Traubenzucker umgewandelt worden sei. Thénard hat deßhalb auch für den Milchzucker den Namen Lactin in Vorschlag gebracht.

Diese letztere Annahme scheint nun aber auch in Folge der Erfahrungen, die man in der neuesten Zeit über die geistige Gährung überhaupt machte, in der Art richtig zu sein, als jede Zuckerart, selbst der Rohrzucker, bevor er die Umwandlung in Alkohol und Kohlensäure erleidet, zuvor in Traubenzucker übergeht. Berücksichtigt man die über die Gährungsfähigkeit des Milchzuckers, insbesondere von Schill und Heß gemachten Erfahrungen, so geht aus denselben hervor, daß der Milchzucker längere Zeit bedürfe, bevor er der weinigen Gährung unterliegt, als die anderen Zuckerarten. Es ist offenbar, daß zuerst, vielleicht durch gebildete Milchsäure, der Milchzucker sich in Traubenzucker umwandelt, und daß er dann erst unter weiterem Einflusse des Fermentes (Casein, Hefe, Sauerteig u. s. w.) in geistige Gährung übergeht. Schill hat schon diese Traubenzucker-Bildung beobachtet, und H. Rose sie bestätiget. Schill erhielt bei seinen Versuchen über diesen Gegenstand auf jede Unze Kuhmilch 9 Gran absoluten Alkohol. Gleichwie für die Kuhmilch, so hat es Schill auch für Ziegen-, Schaaf- und Frauenmilch nachgewiesen.

Bei den Kalmücken und Baschkiren ist die Bereitung eines berauschenden Getränkes aus der Stutenmilch schon lange Zeit in Gebrauch gewesen (Kumis).

3) Butter. Diese Substanz wird in der Regel aus dem Rahm der Milch durch mechanische Behandlung (Schütteln, Stoßen) erhalten, ist aber

dann noch nicht rein, sondern enthält noch mehre Bestandtheile der sich dabei abscheidenden Buttermilch eingeschlossen. Sollen dieselben zur Erhaltung einer reinen Butter abgeschieden werden, was aber für die gewöhnlichen Zwecke, zu denen die Butter benutzt wird, nicht geschieht, so wird die Butter in einem hohen cylindrischen Glase bei einer 60° nicht übersteigenden Temperatur erwärmt. Sie schmilzt hierbei und erhebt sich als leichter auf die Oberfläche, während die vorher eingeschlossene Buttermilch sich zu Boden senkt. Die geschmolzene Butter wird hierauf in ein mit warmem (40°) Wasser gefülltes Gefäß abgegossen und anhaltend geschüttelt. Es sammelt sich alsdann die reine Butter auf der Oberfläche des Wassers an. Sie ist im geschmolzenen Zustande farblos oder nur schwach gelblich und wasserklar. Sie erstarrt bei + 26°,5 und erhöht dabei ihre Temperatur auf + 32°. 100 Theile kochenden Alkohols von 0,822 spec. Gew. lösen 3,46 Theile Butter auf. Sie ist leicht verseifbar. Die Butter ist ein Gemenge aus einem festen krystallisirbaren Fette, was nach Bromeis margarinsaures Glyceryloxyd ist; ferner aus elainsaurem und buttersaurem Glyceryloxyd (Butyrin). Je nach den Verhältnissen dieser 3 Fettarten hat die Butter eine verschiedene Consistenz. Bromeis giebt das Verhältniß derselben in der Butter also an:

Margarin	68
Elain	30
Butyrin	2
	100

Man kann nach Chevreul diese drei Fette von einander trennen, wenn man die reine Butter längere Zeit bei einer Temperatur zwischen + 16° und + 19° erhält. Elain und Butyrin bleiben dabei flüssig, während das Margarin sich nach und nach davon trennt. Gießt man das flüssig bleibende Gemenge von Elain und Butyrin ab, und schüttelt es innerhalb 24 Stunden bei einer Temperatur von + 19° öfter mit seinem gleichen Gewichte Alkohol, so lös't dieser das Butyrin auf, und giebt dann im Wasserbade nach Abdestillirung des Alkohols ein sauer reagirendes und nach Butter riechendes Oel. Die saure Reaction, entstanden durch theilweise Zersetzung desselben, kann ihm durch Digestion mit Wasser und etwas Magnesia genommen werden. Das entstehende Magnesia-Salz lös't sich im Wasser und das Butyrin bleibt als farbloses oder schwach gelbliches, nach Butter riechendes und schmeckendes Oel, das bei 0° erstarrt, zurück. Es läßt sich dann in allen Verhältnissen mit kochendem Alkohol von 0,822 mischen.

Dieses Butyrin läßt sich leicht mit Alkalien verseifen. Wird die erhaltene Seife mit Weinsteinsäure zersetzt und erhitzt, so erhält man ein saures Destillat, in welchem drei verschiedene flüchtige Säuren enthalten sind, nämlich Buttersäure, Caprinsäure und Capronsäure.

Udo Lerch hat in der neuesten Zeit noch zwei andere Säuren darin gefunden, welche er Vaccinsäure und Caprylsäure nennt. Die erstere derselben soll sich unter dem Einflusse oxydirender Substanzen selbst wieder in Buttersäure und Capronsäure zerlegen. Er hält dieselben sämmtlich für Sauerstoffverbindungen eines Kohlenwasserstoffs nach folgenden Formeln:

$$\text{Buttersäure} = C_8\, H_8\, O_4 = 8\,CH + O_4$$
$$\text{Capronsäure} = C_{12}\, H_{12}\, O_4 = 12\,CH + O_4$$
$$\text{Caprylsäure} = C_{16}\, H_{16}\, O_4 = 16\,CH + O_4$$
$$\text{Caprinsäure} = C_{20}\, H_{20}\, O_4 = 20\,CH + O_4.$$

Die Buttersäure ist in der neuesten Zeit namentlich dadurch von besonderer Wichtigkeit geworden, daß Pelouze und Gelis gezeigt haben, wie man dieselbe aus Zucker durch Gährung künstlich erzeugen könne. Nach den Untersuchungen derselben ist die Buttersäure $C_8 H_7 O_3 + aq.$, was sehr gut mit der Formel von Lerch zusammenstimmt. —

Das feste Fett der Butter ist nach Bromeis, wie schon erwähnt, Margarin. Das nebst dem Butyrin vorhandene, oben als Elain bezeichnete, flüssige Fett soll dagegen von dem gewöhnlichen Elain verschieden sein. Bromeis nennt die demselben zu Grunde liegende fette Säure Butterölsäure, und hält sie ihrer Formel $C_{34} H_{60} O_4 + aq.$ gemäß für ein Oxydationsproduct der gewöhnlichen Oelsäure, gleichwie auch die Margarinsäure $C_{34} H_{66} O_3 + aq.$ durch Oxydation in diese Butterölsäure übergehen könne.

Die vorstehenden Angaben über das Verhalten und die Zusammensetzung der Butter beziehen sich alle auf die Butter der Kuhmilch. Inwiefern die Butter der Menschenmilch, sowie die Butter der Milch anderer Thiere damit übereinstimmen, oder davon abweichen, konnte aus Mangel an Material bis jetzt nicht untersucht werden.

4) Extractivstoffe der Milch. Wie im Allgemeinen die Extractivstoffe thierischer Substanzen ein noch sehr wenig untersuchtes Capitel sind, so ist dieses auch mit denen der Milch der Fall. Die Schwierigkeit, größere Mengen derselben zu erhalten, und dieselben von anderen Stoffen, welche denselben in ihren Löslichkeitsverhältnissen gleichkommen, rein abzuscheiden, die Eigenschaft dieser Stoffe, sich unter der Hand des Analytikers stets zu verändern, sind wohl die Hauptursache der beinahe noch völligen Unkenntniß derselben. Man nennt Extractivstoffe der Milch diejenige gelbbraune, meist mit Milchsäure verbundene organische Substanz, welche nach dem Abdampfen der Molken, Ausscheidung der größten Menge des Milchzuckers durch Krystallisation und Behandlung der Mutterlauge mit Alkohol, sich mit dem letztern auflös't. Der Rest des Milchzuckers und die in Alkohol unlöslichen Salze bleiben dabei zurück. Wird die alkoholische Lösung alsdann verdunstet, so bleibt eine gelbbraune schmierige Masse zurück, welche sauer reagirt, und mit dem Alkoholextracte des Fleisches in seinen äußeren Merkmalen sehr übereinstimmt und Alkoholextract der Milch genannt wird. Der von Alkohol ungelös'te Rückstand ist nur wenig gefärbt, und scheint nur sehr wenig des sogenannten Wasserextractivstoffes zu enthalten.

Simon hat die Extractivstoffe der Frauenmilch auf eine andere Weise abzuscheiden und zu studiren gesucht, indem er ein Quart Milch ohne vorherige Gerinnung eindampfte und mit Alkohol das Casein und den Milchzucker fällte; allein es läßt sich aus dieser Untersuchung so wenig, wie aus den Untersuchungen desselben über die übrigen Extractivstoffe, für die Kenntniß dieser Substanzen folgern, daß es nicht der Mühe lohnt, diese Untersuchungen weiter zu erörtern. Er unterscheidet ein Wasserextract, was dem des Fleisches analog sein soll, und ein Spiritusextract, was mit dem des Blutes übereinstimmen soll.

Sollten sich diese Extractivstoffe denen des Harnes analog verhalten, so wären es höchst wahrscheinlich auch der Hauptmasse nach Farbestoffe, wie ich in Folge einer ausführlichen Arbeit dieses vor Kurzem für die Extractivstoffe des Harnes erkannt habe, und demnächst veröffentlichen werde.

5) Anorganische Bestandtheile der Milch. Die stets vorhandenen anorganischen Bestandtheile der Milch sind Alkalien, und zwar Kali an Casein gebunden in der Milch der Kühe, und Natron hauptsächlich in der Frauenmilch.

Auch der nie fehlende phosphorsaure Kalk und die phosphorsaure Magnesia sind, wie oben erwähnt, meist mit dem Casein verbunden. Berzelius fand außerdem Chlorkalium, phosphorsaures Kali und Natron, freien Kalk und Talk nebst Spuren von Eisenoxyd. Schwefelsaure Salze sollen nach demselben in den Molken sich nicht nachweisen lassen. Außerdem kann die Milch noch andere Salze enthalten, wenn dieselben als Arzneimittel oder auf sonst eine Weise von der Mutter genommen worden sind.

Die ausführlichste Analyse der anorganischen Theile der Milch hat in der neuesten Zeit J. Haidlen geliefert. Nach ihm enthalten 100 Theile Milch beim Einäschern:

In Wasser lösliche Salze	0,210
» » unlösliche Salze	0,280
Im Ganzen .	0,490

Sie bestanden bei zwei Kühen aus:

	I.	II.
Natron	0,042	0,045
Chlorkalium	0,144	0,183
Chlornatrium	0,024	0,034
Phosphorsaurem Kalke . . .	0,231	0,344
» Magnesia . .	0,042	0,064
» Eisenoxyd . .	0,007	0,097

Es ist übrigens auffallend, daß Haidlen bei der Analyse von eingeäscherter Milch keine Schwefelsäure angiebt, da doch das Casein Schwefel enthält, und dieser beim Einäschern zu Schwefelsäure werden muß.

Die im Vorstehenden abgehandelten organischen und anorganischen Verbindungen sind in dem Wasser, welches wie bei allen thierischen Flüssigkeiten, so auch in der Milch, die größte Menge der Flüssigkeit ausmacht, theils suspendirt (Milchkügelchen, als Casein und Butter), theils aufgelös't (lösliches Casein, Milchzucker, Salze).

Diese Bestandtheile der Milch sind es hauptsächlich, die in ihren relativen Mengen die Verschiedenheit und Güte der Milch bedingen. In welchen Quantitäten dieselben in den verschiedenen Milcharten vorhanden sind, und wie dieselben durch Einfluß der Nahrung, durch Alter, Zeit der Entbindung u. s. w., verändert werden, werden wir im Nachstehenden zu zeigen versuchen. Bevor wir jedoch zu den Resultaten der Analysen, die von den einzelnen Milcharten erhalten wurden, übergehen, wird es zweckmäßig sein, einige Worte über die Methoden, welche bei der Untersuchung befolgt wurden, beizufügen, da durch dieselben die erhaltenen Resultate großentheils bedingt werden, und es zur Würdigung derselben wesentlich nothwendig ist.

Bei den früheren Untersuchungen begnügte man sich mit einer Trennung der Milch in Rahm und rahmfreie Milch; und untersuchte dann in der letztern den Gehalt an Käse, Milchzucker, Butter und Salzen. Nach dieser jedoch nicht genauen Methode untersuchten Stiptrian Luiscius und Bondt, zum Theil auch Berzelius u. A.

Payen und andere französische Chemiker verdampften die Milch, extrahirten mit Alkohol und Aether die Butter, laugten dann mit Wasser den Milchzucker aus und bestimmten den Rückstand als Casein. Da aber das Casein in Alkohol etwas löslich ist, und durch Eindampfen nicht vollständig unlöslich in Wasser wird, so mußte der Butter- und Milchzuckergehalt auf Kosten des Caseins größer ausfallen.

Chevallier und Henry coagulirten die Milch kochend durch Essigsäure, trennten das erhaltene Coagulum durch Alkohol in Butter und Casein, dampften die erhaltenen Molken ab, wogen und verbrannten dann den Rückstand. Aber es ist schwierig, bei Zusatz von Essigsäure einen Ueberschuß derselben, der wieder Casein auflös't, zu vermeiden. Auch geht dann leicht etwas Butter beim Filtriren im feinzertheilten Zustande in das Filtrat über.

Simon dampfte die Milch zur Trockne ab, extrahirte eine gewogene Menge davon mit Aether, um die Butter zu erhalten, digerirte das mit Aether Erschöpfte mit warmem Wasser, übergoß dann mit heißem, filtrirte, verdampfte zur Syrupsconsistenz und übergoß dann mit dem 12fachen Volumen Alkohol, wodurch Casein gefällt wird. Das gefällte Casein wurde mit wenig Wasser digerirt, und der dünne Brei dann mit Spiritus versetzt. Das zurückbleibende Casein wurde dann filtrirt, getrocknet und gewogen. Die spirituösen Lösungen enthalten Milchzucker und Alkoholextract, welche durch Verdunstung gewonnen werden. Die Salze wurden aus einem andern Theile des eingedampften Rückstandes bestimmt.

Auch diese Methode kann, wie schon Berzelius bemerkte, keine genaue Bestimmung des Caseins liefern, da dasselbe in Alkohol, und namentlich, wenn, wie hier, der Alkohol durch die wässerige Lösung des Caseins noch verdünnt wird, nicht unlöslich ist. Auch muß durch das Waschen mit Wasser wieder ein Theil des Caseins gelös't werden, und dadurch der Zuckerhalt zu groß werden.

Haidlen mengt die Milch mit gebranntem, dann mit Wasser befeuchtetem und im Wasserbade getrocknetem Gyps. Eine gewogene Menge wird in eine gleichfalls gewogene Menge Milch eingetragen, zum Sieden erhitzt, und dann im Wasserbade verdampft. Der Rückstand wird gewogen und giebt nach Abzug des angewendeten Gypses die Menge des festen Rückstandes. Ein gewogenes Quantum wird sodann zerrieben und in einem tarirten Glaskölbchen so lange mit Aether extrahirt, als dieser noch etwas lös't. Die Gewichtsabnahme oder der Rückstand des verdampften Aethers geben die Menge der Butter. Es wird hierauf mit Spiritus ausgezogen und so der Milchzucker erhalten, nebst den in Spiritus löslichen Salzen. Was in Spiritus unlöslich ist, ist Casein, Gyps und die unlöslichen Salze. Die Summe der Salze wird durch Verbrennung einer besondern abgedampften Quantität Milch erhalten.

Für die Untersuchungen von Clemm habe ich demselben folgende Methode angegeben: Ein Theil Milch wird zur Bestimmung des Wassers, festen Rückstandes und dann durch Verbrennung zur Bestimmung der Salze verwendet. Eine andere Quantität wird im Wasserbade bis beinahe zur Trockne verdampft, sodann mit 1—2 Tropfen Essigsäure vermischt, wodurch das Casein in den nachfolgenden Menstruis unlöslich wird, sodann mit Aether, um Fett, und mit Wasser, um Milchzucker, Extractivstoffe und Salze zu entfernen, behandelt. Die erhaltenen Auszüge werden trocken gewogen und dann, um die Salze derselben abzuziehen, verbrannt. Der Rückstand ist Casein. —

Frauenmilch. Sie ist weiß oder bläulich, seltener gelblich, von süßerem Geschmacke als Kuhmilch; die Butter derselben soll nach einigen Angaben flüssiger sein als die aus Kuhmilch. Auch bei den Analysen von Clemm zeigte sich dieses. Meggenhofen und Simon stimmen überein, daß die Frauenmilch ärmer an Butyrin sei als die Kuhmilch. Sie reagirt stets alkalisch, und wird nicht so leicht sauer als Kuhmilch. Das Casein derselben soll nach Simon u. A. durch verdünnte Säuren weniger vollständig gefällt werden, womit auch die Beobachtungen von Clemm übereinstimmen. Es würde

sich demnach dem Albuminnatron ähnlich verhalten. Doch gerinnt es nach Simon durch die Schleimhaut des Magens, und zwar vollständiger durch die eines Kindes, als die des Kalbes. Das spec. Gewicht der Frauenmilch schwankt nach Simon zwischen 1,030—1,034, also im Mittel 1,032. Die Frauenmilch ist von Meggenhofen, Pleischl, Payen, Simon, Haidlen und Clemm untersucht worden. Simon erhielt bei seinen Analysen der Frauenmilch folgende Resultate:

	I.	II.	III.
Wasser	883,6	894,0	898,0
Feste Theile	116,4	106,0	102,0
Casein	34,3	34,0	32,0
Butter	25,3	38,8	28,8
Milchzucker und Extractivmaterien	48,2	40,5	36,0
Feuerfeste Salze	2,3	1,8	

No. I. ist das Mittel aus 14 Analysen; No. II. ist die Milch von einer 36jährigen Frau; No. III. die Milch einer 20jährigen Amme. — Derselbe theilt weiter noch 2 Analysen mit, in denen er die Maxima und Minima der gefundenen Quantitäten überhaupt zusammenstellte. Das Ergebniß daraus ist folgendes:

	Maxima	Minima
Wasser	914,0	861,0
Feste Bestandtheile	138,6	86,0
Casein	45,2	19,6
Butter	54,0	8,0
Milchzucker und Extractivmaterien	62,4	39,2
Feuerfeste Salze	2,7	1,6.

Die Analysen von Meggenhofen und Payen, nach weniger genauen Trennungsmethoden angestellt, variiren deßhalb von denen Simon's.

Clemm hat gleichfalls drei Analysen von Frauenmilch vorgenommen. Er erhielt folgende Resultate:

	I. 4. Tag n. d. Geburt	II. 9. Tag	III. 12. Tag	IV. im Mittel
Wasser	879,848	885,818	905,809	891,0
Feste Theile	120,152	114,182	94,191	109,0
Casein	35,333	36,912	29,111	33,7
Butter	42,968	35,316	33,454	37,1
Milchzucker und Extractivstoffe	41,135	42,979	31,537	38,5
Salze	2,095	1,691	1,939	1,9.

Chevallier und Henry erhielten:

Casein	15,2
Butter	35,5
Milchzucker	65,0
Salze	4,5
Wasser	879,5.

Die Salze der Frauenmilch bestehen, wie dies bei den Salzen der Milch im Allgemeinen oben angegeben wurde, zum größten Theile (nahe ²/₃) aus in Wasser unlöslichen Kalk- und Magnesiaverbindungen, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalke. Die in Wasser löslichen sind die oben angegebenen. Berechnet man obige erste Analyse Simon's, das Mittel aus 14 Untersuchun-

gen, mit Ausschluß des Wassers auf 100 Theile festen Milchrückstandes, so stellt sich das Verhältniß folgendermaßen heraus:

	(Simon)	(Aus Clemm's Mittel)
Casein	31,2	30,9
Butter	23,0	33,0
Milchzucker und Extractivstoff	43,8	34,3
Salze	2,0	1,8
	100,0	100,0

Kuhmilch. Die allgemeinen Eigenschaften derselben sind so bekannt, und stimmen so mit den im Allgemeinen für die Milch angeführten überein, daß wir es für überflüssig halten, noch etwas darüber zu erwähnen. Nur soviel sei bemerkt, daß die Differenz der Angaben hinsichtlich der alkalischen oder sauren Reaction derselben wohl aus der Leichtigkeit der eintretenden Milchsäurebildung zu erklären sein möchte. Ich fand wenigstens frischgemolkene Kuhmilch stets alkalisch. Das specifische Gewicht der Kuhmilch fand ich zu 1,026—1,032. Simon giebt es zu 1,030—1,035 an.

Mit quantitativen Analysen der Kuhmilch haben sich Berzelius, Herberger, Boussingault und le Bel, Stiptrian Luiscius und Bondt, Playfair, Haidlen und Simon beschäftigt. 1000 Theile Milch enthalten demnach:

	Berzelius abgerahmte Milch	Simon Maximum	Simon Minimum	Herberger I.	Herberger II.	Boussingault
Wasser	928,75	861,0	823,0	853,0	862,0	874,0
Feste Theile	71,25	177,0	139,0	147,0	138,0	126,0
Casein	} 26,00	72,0	67,0	69,8	67,0	34,0
Butter		55,0	38,0	38,9	37,5	39,0
Zucker und Extractivstoffe	41,00	51,0	28,0	31,3	26,3	53,0
Salze	4,25	13,0	6,1	7,0	7,2	

Die Analyse von Boussingault und le Bel ist das Mittel aus 12 Untersuchungen. Doch ist zu bemerken, daß die Bestimmung des Caseins und Milchzuckers nach einer ungenauen Methode geschah.

Schaafmilch ist dicklich, weiß, von angenehmem Geruch und Geschmacke. Sie giebt viel Rahm und eine blaßgelbe, halbflüssige Butter, die leicht ranzig wird. Der Käse derselben ist sehr fett, und auch die Molken sind fettreich, was wohl beides von der großen Flüssigkeit der Butter herrühren mag. Das specifische Gewicht derselben ist zwischen 1,035—1,041, die Menge der darin vorhandenen festen Theile ziemlich groß. Stiptr. Luiscius und Bondt haben dieselbe untersucht, und ebenso Chevallier und Henry. Nach diesen Chemikern enthält sie:

	Stiptr. Luisc. u. Bondt	Chevallier u. Henry
Wasser	632,0?	856,2
Feste Theile	368,0?	143,8
Casein	153,0	45,0
Butter	58,0	42,0
Milchzucker und Extractivstoffe	42,0	50,0
Salze	—	6,8
Rahm	115,0	

Ziegenmilch ist weiß, von eigenthümlichem Bockgeruche; die Milch dunkeler Ziegen soll diesen Geruch stärker besitzen, als die von hellen Thieren.

Der Geruch rührt von einer eigenthümlichen flüchtigen Säure derselben, der Hircinsäure, her, welche, nebst Capron- und Caprinsäure, in der Butter derselben enthalten ist. Die Zusammensetzung dieser Säure ist bis jetzt noch nicht ermittelt. Das hircinsaure Hydrat, von Chevreul entdeckt, ist noch bei 0° flüssig und von dem angegebenen Geruche. — Die Ziegenmilch giebt viel Rahm und Butter, und einen sehr festen Käse. Sie ist reich an festen Bestandtheilen, und besitzt ein specifisches Gewicht von 1,036.

Die Ziegenmilch ist von Stiptrian Luiscius und Bondt, von Chevallier und Henry, von Payen und Clemm untersucht worden. Sie enthält demnach:

	Stiptr. L.	Payen	Chev. u. Henry	Clemm
Wasser	744,4	855,0	868,0	865,175
Feste Theile	255,6	145,0	132,0	134,825
Casein	91,2	45,2	40,2	60,321
Butter	45,6	40,8	33,2	42,507
Milchzucker und Extractivstoffe	43,8	—	52,8	44,065 (Milchzucker, Extractivstoffe und Salze)
Salze	—	—	5,8	
Molkenrückstand	—	58,6	—	—
Rahm	75,0	—	—	—

Die von Schloßberger kürzlich analysirte Milch eines Ziegenbockes ergab unter dem Mikroskope viele Butterkügelchen; einzelne Colostrumkörperchen und Epithelien. Sie war alkalisch, setzte Rahm ab, und zeigte wenig Neigung zur Säurebildung. 1000 Theile derselben gaben:

Wasser	850,9
Feste Theile	149,1
Casein mit Salzen	96,6
Butter	26,5
Milchzucker mit Salzen	26,0

Stutenmilch ist weiß, ziemlich consistent, von 1,034—1,045 spec. Gew., soll wenig Rahm geben, was jedoch in der Untersuchung von Clemm nicht der Fall war; ist reich an Milchzucker, und soll sehr leicht in weinige Gährung übergehen, wie dies der Kumis der Tartaren beweiset. Stiptrian Luiscius und Bondt erhielten aus 1000 Theilen derselben 8 Theile Rahm und 16,2 Käse; dagegen 87,5 Milchzucker. — In einer Untersuchung von Clemm ergab sich das spec. Gew. = 1,0203 bei 162,062 festen Theilen auf 1000 Milch. Dieses geringe spec. Gew. hängt jedoch mit dem bedeutenden Fettgehalte dieser Milch zusammen. Es wurde nämlich von 1000 Milch 69,519 Butter erhalten.

Eselsmilch ist von Peligot und Simon untersucht worden. Sie soll eine weiße, leicht ranzigwerdende Butter geben. Sie ist weiß, süßer als Kuhmilch; Simon fand sie sauer reagirend. Das spec. Gew. ist zwischen 1,023 und 1,035. Die quantitative Untersuchung ergab:

	Peligot	Simon
Wasser	904,7	907,0
Feste Theile	95,3	93,0
Casein	19,5	16,74
Butter	12,9	12,10
Milchzucker mit Extractivstoffen, Salze	62,9	62,31

Stiptrian Luiscius und Bondt fanden in 1000 Theilen:

Rahm	29
Käse	23
Milchzucker	45

und geben an, daß sich dieselbe leicht in die weinige Gährung überführen lasse.

Hundemilch ist nach Simon's Untersuchung dickflüssig aus der Zitze, an welcher kein Junges saugte; dünnflüssiger dagegen aus der andern Zitze. Sie besitzt einen unangenehmen Geruch und einen salzigen, faden Geschmack. Sie ist arm an Milchzucker, aber reich an festen Theilen, namentlich an Casein, Butter und Salzen. Simon erhielt:

	I.	II. (10 Tage später)
Wasser	657,4	682,0
Feste Theile	342,6	318,0
Casein	174,0	146,0
Butter	162,0	133,0
Extractivstoffe mit wenig Milchzucker	29,0	30,0
Feuerfeste Salze	15,0	14,8

Clemm fand die Hundemilch von 1,033 spec. Gewicht, und erhielt für 1000 Theile derselben 274,689 festen Rückstand, der größtentheils aus Casein und Butter, mit nur wenigem, doch nachweisbarem Milchzucker bestand. Der Hund lebte fast nur von Fleisch.

Veränderungen der Milch durch verschiedene physiologische und pathologische Zustände.

Ob die Frauenmilch je nach Constitution, Alter, Temperament u. s. w. eine veränderte Zusammensetzung besitze, darüber fehlen bis jetzt noch genaue Beobachtungen. L'Heritier hat eine Untersuchung angestellt über die Frage, ob die Milch der Blonden oder Brünetten besser sei, da man in der Regel der letztern den Vorzug giebt. Die Milch beider Individuen von 22 Jahren und unter gleichen Lebensverhältnissen ergab folgende Zusammensetzung:

	Blonde		Brunette	
	I.	II.	I.	II.
Wasser	892,0	881,5	853,3	853,0
Feste Theile . . .	108,0	118,5	146,7	147,0
Casein	10,0	9,5	16,2	17,0
Butter	35,5	40,5	54,8	56,3
Milchzucker . . .	58,5	64,0	71,2	70,0
Salze	4,0	4,5	4,5	4,5

Veränderungen, welche die Milch im Verlaufe des Säugens erleidet, der Entwicklung des Säuglings entsprechend.

Ueber diese wichtige Frage hat Simon eine Reihe von Untersuchungen mit der Milch einer und derselben Person angestellt, indem er dieselbe während eines Zeitraumes von 4 Monaten in einzelnen Intervallen der Analyse unterwarf. Es ist einleuchtend, daß eine solche Untersuchung bei Thieren jedenfalls zuverlässigere Resultate geben müßte, weil bei denselben störende Einflüsse, wie Gemüthsaffecte, Verschiedenheit der Nahrungsmittel u. s. w., welche bei dem menschlichen Weibe nicht vermieden werden können, fehlen. Bringt man die von demselben erhaltenen Resultate in 2 Abtheilungen, und zieht aus den 4 Analysen desselben im Zeitraume der ersten 14 Tage (I.), und aus den 10

Analysen im Verlaufe der übrigen 3½ Monate (II.) die Mittel, so erhält man Folgendes:

	I.		II.
Wasser	884,8	.	888,8
Feste Theile . .	115,1	.	111,2
Casein	22,1	.	39,2
Butter	27,6	.	23,3
Zucker	56,0	.	45,0
Salze	1,54	.	2,57

Es ergiebt sich hieraus, daß die festen Theile der Milch sich im Ganzen gleich bleiben; daß dagegen die Menge des Caseins im Anfange geringer, mit der Entwicklung des Säuglings sich vermehrt, und umgekehrt die Menge des Milchzuckers abnimmt. Auch die Salze der Milch zeigen sich im Anfange in geringerer Menge als später. Die Butter scheint sich im Ganzen ziemlich gleich zu bleiben, zeigt jedoch in den einzelnen Analysen ein Schwanken von 8,0 bis 54,0 auf 1000 Theile Milch. — Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die genossene Nahrung auf diese Zusammensetzungsverhältnisse von großem Einflusse ist, wenn man bedenkt, daß Wöchnerinnen in den ersten 14 Tagen nach der Niederkunft fast gar keine animalische Nahrung erhalten. Es wäre daher sehr zu wünschen, daß diese für die Physiologie so wichtige Frage, durch eine Reihe vergleichender Untersuchungen, namentlich bei Thieren, näher erforscht würde.

Auch das Säugen selbst ist nicht ohne Einfluß auf die Zusammensetzung der Milch. L'Heritier theilt 2 Analysen von Frauenmilch mit, woraus sich dieses deutlich ergiebt.

	I.		II.
Wasser	901,1	.	858,0
Feste Theile . .	98,9	.	142,0
Casein	1,9	.	13,0
Butter	34,0	.	36,5
Milchzucker . . .	58,5	.	78,0
Salze	4,5	.	4,5

No. I. ist Milch 40 Stunden nach der Entwöhnung des Kindes; No. II. Milch während des Stillens.

Veränderungen der Milch durch den Einfluß der Nahrung und Bewegung.

Die ersten Versuche in dieser Beziehung hat Boysson angestellt[1]). Doch wurden dieselben nur in Beziehung auf die Menge der festen Theile überhaupt unternommen. Er fand dieselben vermehrt bei der Fütterung mit trockenen Futtersubstanzen.

Peligot's Analysen[2]) umfassen ein weiteres Feld. Dieselben wurden an einer Eselin gemacht, welche 14 Tage lang anhaltend mit demselben Futter ernährt wurde. Es wurde sodann stets die Milch genommen, welche nach 9stündigem Nichtmelken dem Thiere entzogen wurde. Er erhielt folgende Resultate:

¹) Crell's Annal. Bd. 2. S. 359.
²) Annal. de Chim. et de Phys. Aout 1836.

	Runkelrüben-futter	Mohrrüben ohne Blätter	Hafer und Luzern	Kartoffeln
Wasser	896,7	911,1	906,3	907,1
Feste Theile	102,3	88,9	93,7	92,9
Casein	23,3	16,2	15,5	12,0
Butter	13,9	12,5	14,0	13,9
Milchzucker, Extractivstoffe, Salze	65,1	60,2	64,2	67,0

Aus den Untersuchungen von Boussingault und le Bel über den Einfluß der Futterarten auf die Kuhmilch ergiebt sich ferner, daß die verschiedenen Futterarten, als Heu, grüner Klee, Rüben und Häcksel, Runkelrüben, rohe Kartoffeln, Heu und Oelkuchen einen wesentlichen Unterschied in den Milchbestandtheilen nicht bewirkten.

Versuche, welche Playfair hinsichtlich der Frage, welchen Einfluß Bewegung und Ruhe (Stallfütterung und Weide) auf die Zusammensetzung der Kuhmilch, insbesondere auf die Menge der Butter und des Milchzuckers haben, angestellt hat[1]), zeigen, daß Ruhe, und namentlich die Zeit über Nacht, die Menge der Butter vermehrt. Playfair leitet diese Vermehrung von einer geringern Sauerstoffaufnahme, und dadurch verminderten Verbrennung der Fettbestandtheile ab. Weiter zeigte sich dabei, daß Kartoffelfutter durch seinen Gehalt an Amylon eine Vermehrung der Butter und des Milchzuckers bewirkte. Die Menge des Caseins soll von der Menge des durch die Nahrung zugeführten Proteins, sowie von der Menge der umgesetzten Gewebe herrühren. Letzteres kann jedoch unmöglich als richtig anerkannt werden, indem nicht wohl anzunehmen ist, daß ein umgesetztes Gewebe noch Casein, d. h. zur Ernährung taugliches Protein sein kann.

Endlich hat Boussingault[2]) in der neuesten Zeit noch eine Reihe von Versuchen mit 2 Kühen angestellt, welche er nach einander eine bestimmte Zeit lang mit Rüben, Heu und Kartoffeln fütterte. Es wurden diese Versuche jedoch mehr in Beziehung auf die Frage über Fettbildung unternommen. Ein constanter Unterschied in den Milchbestandtheilen, je nach diesen Nahrungsstoffen, ergiebt sich aus diesen Versuchen nicht; doch glaubt sich Boussingault zu dem, jedoch nicht einwurfsfreiem, Schlusse berechtigt, daß, wenn diesen Thieren in der Nahrung nicht die hinreichende Menge von Fett zugeführt werde, die Secretion desselben fortdauere, aber auf Kosten des eigenen Fettes des Organismus.

Es leuchtet ein, daß eine gültige Entscheidung der Frage über die Veränderung der Menge von Casein, Butter und Fett nur durch Versuche an Thieren, die von gemischter Kost leben können, erlangt werden kann, indem nur bei diesen mit einer entsprechenden und beweisenden Veränderung der Nahrung experimentirt werden kann.

Veränderungen der Milch durch Arzneistoffe.

Ob Arzneimittel überhaupt Veränderungen in den Quantitätsverhältnissen der einzelnen Bestandtheile bewirken, darüber fehlen uns bis jetzt noch Beobachtungen. Daß aber dieselben theils zersetzt, theils unzersetzt sich der Milch mittheilen können, dafür spricht die Erfahrung: daß Arzneimittel, welche der

[1]) Philosoph. Magaz. Octbr. 1843.
[2]) Annal. de Chim. et de Phys. Octob. 1844. pag. 153.

Mutter gereicht werden, in ihren pharmakodynamischen Wirkungen sehr oft auch an dem Säugling beobachtet werden. So hat erst kürzlich Thornhill einen Fall publicirt[1]), wo durch den Gebrauch von 20 Tropfen Opiumtinctur das Kind unmittelbar, nachdem es von der Mutter getrunken hatte, in einen 43 Stunden lang dauernden Schlaf verfiel.

Simon hat zwar bei einer säugenden Frau, welcher er Kaliumeisencyanür zu 6 Drachmen nehmen ließ, dasselbe nicht in der Milch auffinden können, obschon es gewiß ist, daß dasselbe in das Blut übergeht. Ebenso wenig konnte derselbe Jodkalium, schwefelsaure Magnesia, noch Quecksilbermittel in der Milch nachweisen. Doch hat Peligot das Jodkalium in der Milch einer Eselin, und Herberger dasselbe in der Frauenmilch gefunden. Auch die Salze von Eisen, Zink, Wismuth sollen sich in geringer Menge in der Milch finden. Daß die Milch der Kühe von aromatischen und anderen Pflanzen Geruch, Geschmack und Farbe annehme, ist eine bekannte Erscheinung.

Färbung der Milch, in Folge von Infusorienbildung.

Bisweilen nimmt die Milch, nachdem sie 24 — 48 Stunden gestanden hat, allmälig eine blaue, seltener eine gelbe Farbe an. Diese Färbung beginnt zuerst auf der Oberfläche, und theilt sich nach und nach der übrigen Flüssigkeit mit. J. Fuchs hat solche Milch untersucht, und gefunden, daß diese Färbung durch das Auftreten von Infusorien hervorgebracht werde. Die Infusorien der blauen Milch nennt er Vibrio cyanogenus, und die der gelben Vibrio xanthogenus. Die Infusorien selbst sollen ungefärbt sein, sollen aber, in andere Milch gebracht, in dieser gleichfalls die Farbenveränderung hervorbringen.

Veränderungen der Milch durch heftige Gemüthsaffecte.

Wie diese auf die Milch einwirken, und welche Veränderungen durch dieselben in den einzelnen Bestandtheilen, oder in dem Gesammtcharakter der Flüssigkeit bedingt werden, darüber besitzen wir noch durchaus keine Aufklärung. Es ist dieses ein Gegenstand, der, bis jetzt wenigstens, von chemischer Seite noch ebenso wenig eine genügende Erklärung zuläßt, als wir wissen, weßhalb der Speichel eines gereizten Thieres giftig wirkt. Daß aber die Milch dadurch verändert werde, und zwar auf eine für den Säugling oft tödtliche Art, darüber haben wir viele Erfahrungen. Erst kürzlich hat Piemann einen solchen Fall beschrieben[3]), wo in Folge einer heftigen Gemüthsaufregung der Mutter das trinkende Kind auf der Stelle todt blieb. — L'Heritier erzählt einen Fall, wo das vorher gesunde Kind in Folge einer heftigen Gemüthserschütterung seiner Mutter von epileptischen Zuckungen befallen wurde. Die Milch zeigte sich bei der Untersuchung stark sauer reagirend. Es würde aber zu weit gehen heißen, wenn wir die Krankheit des Kindes aus der aufgetretenen Säure erklären wollten. Beide Erscheinungen mögen allerdings durch dieselbe Ursache bedingt sein, aber die Krankheit des Kindes gewiß nicht durch die Säure der Milch. —

Auch das Auftreten der Menstruation bei stillenden Frauen soll bisweilen auf die Milch und damit auf das säugende Kind von nachtheiligem Einflusse sein, obschon man auch häufig gar keinen Nachtheil für das Kind davon

---

[1]) v. Froriep's Notizen 1839, Bd. XI, S. 256.
[2]) Magazin für die gesammte Thierheilkunde, Jahrg. 7. Stück 2.
[3]) Medic. Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preußen. No. 32. 1843.

bemerkt, wie ich dieses selbst, und ohne Veränderung der Milch in ihren Eigenschaften, beobachtet habe. L'Heritier erwähnt zwei Fälle, wo die vorher ganz gesunden Kinder in Folge des Genusses solcher Milch von Anasarka befallen wurden, und glaubt dieses von der größern Serosität der Milch ableiten zu dürfen. Auch soll solche Milch die Kinder häufig blaß und niedergeschlagen machen, sowie denselben oft heftige Kolikschmerzen verursachen. — D'Outrepont[1]) führt gleichfalls einen solchen Fall an, und fand die Milch während der Menstruation von Colostrum-Beschaffenheit.

Ebenso will man auch beobachtet haben, daß Ausübung des Coitus während des Stillens, sowohl auf die Beschaffenheit als auf die Menge der Secretion von Einfluß sei.

Ob, und welche Veränderungen endlich die Milch erleidet, wenn die Stillende abermals schwanger ist, und die Fälle sind nicht sehr selten, in denen selbst hier noch die Milchsecretion fortdauert und das Stillen noch fortgesetzt wird, darüber fehlen noch alle Untersuchungen.

Veränderungen der Milch in Folge von Krankheiten.

Obwohl eine Menge von Erfahrungen dafür sprechen, daß durch die Milch gewisse Krankheiten der Mutter entweder in derselben, oder in einer modificirten Form sich auf das Kind übertragen können, und obwohl man nicht selten bei eintretenden Fiebern der Wöchnerinen Durchfall, Erbrechen und Krämpfe der Säuglinge entstehen sieht, so hat man doch noch keinen bemerklichen Unterschied in den Mischungsverhältnissen der Milch dabei entdeckt, noch viel weniger eigenthümliche Stoffe als Träger dieser pathologischen Wirkungen aufgefunden. Es ist in dieser Beziehung untersucht worden die Milch syphilitischer Frauen von Simon und Meggenhofer; und mikroskopisch von Donné, allein weder die chemische noch mikroskopische Untersuchung ergab ein namhaftes Resultat. Deyeux will die Milch einer mit krankhaften Nervenzufällen behafteten Person während und nach den Insulten durchsichtig und zähe wie Eiweiß werden gesehen haben. —

Anders gestaltet sich jedoch natürlich die Sache, wenn das secernirende Organ, die Brustdrüse, selbst der Sitz einer krankhaften Affection ist; und so kann dann die Milch als abnorme Stoffe Schleim, Eiter und Blut enthalten. Namentlich ist dieses der Fall, wenn sich ein Absceß in der Brust entwickelt, und nach seiner Reife zum Theil in die Milchgänge entleert hat. Man findet alsdann die beiden letzteren Bestandtheile leicht mit dem Mikroskope, durch welches sie nicht schwer von den Milch- und selbst Colostrumkörperchen unterschieden werden können. Daß übrigens auch die gesunde Brust solcher Stillenden, bei Absceßbildung und Entleerung in der andern, in ihrer Milch Eiterkügelchen entleere, wie Donné behauptet, und für das Kind nachtheilig sei, konnte d'Outrepont in Folge darüber gemeinschaftlich mit Münz angestellter Versuche[2]) ebenso wenig bestätigen, als die Angaben desselben, daß gewisse krankhafte Affectionen der Brüste, wie Anschwellung, Entzündung u. s. w., eine Rückkehr der Milch zur Beschaffenheit des Colostrum, und das Auftreten wirklicher Colostrumkügelchen bedinge.

Bemerklichere Unterschiede hat man in dieser Beziehung bei der Thiermilch gefunden. Herberger hat die Milch von Kühen untersucht, welche an Klauenseuche litten. Dieselbe soll sich im ersten Stadium der Krankheit,

---

[1]) Neue Zeitschrift für Geburtskunde. Bd. 10. S. 6.
[2]) Neue Zeitschrift für Geburtskunde. Bd. 10. S. 6 und 7.

namentlich durch einen größern Gehalt an Alkali und durch mehr zerfließende, nicht abgeschlossene Fettkügelchen ausgezeichnet haben, sowie durch eine unvollkommene Gerinnung durch Lab. Beides möchte mit dem größern Gehalte an Alkali zusammenhängen. Im zweiten Stadium zeigten sich wenig Fettkügelchen, die Milch schleimig zähe, von putridem Geruch und Geschmack. Sie gerann ebenfalls durch Kälberlab nur unvollkommen. —

In beiden Stadien zeigte die Milch bei der quantitativen Analyse eine Abnahme an Casein und Zucker und eine beträchtliche Vermehrung der Salze. Als abnormer und für die putride Beschaffenheit sprechender Bestandtheil ergab sich noch kohlensaures Ammoniak. — Donné, der die Milch bei der Maulseuche untersuchte, fand sie colostrumartig, weniger flüssig, als sonst, und bemerkte darin granulirte Körperchen. Simon hat eine vergleichende Untersuchung mit der Milch einer Kuh angestellt, deren eine Zitze mit Pockenschorfen besetzt war, während die andere diese nicht besaß. Beide Milcharten sollen sich merklich verschieden gezeigt haben. Die aus der gesunden Zitze war schwach sauer, enthielt keine Eiter- und Schleimkörperchen und schmeckte wie gewöhnliche Milch, während die von der kranken Zitze alkalisch war, salzig schmeckte, viele Schleim- und Eiterkörperchen besaß und beim Erhitzen durch Albumingehalt coagulirte. — Der Fettgehalt der gesunden war größer, Zucker fand sich in der kranken fast keiner, und die alkalischen Salze zeigten sich doppelt so groß, als in der gesunden. —

Physiologische Betrachtungen über die Entstehung, Umwandlung und den Nutzen der Milchbestandtheile.

Wenn wir das im Vorhergehenden über die einzelnen Bestandtheile der Milch Mitgetheilte näher betrachten, so ist es einleuchtend, daß das Casein, der Repräsentant des Proteins oder Plasma's, als der eigentliche Nahrungsstoff der Milch, d. h. derjenige Bestandtheil derselben, welcher zur Bildung von Zellen im jugendlichen Organismus, mithin zur Ernährung der Organe, zu ihrer Ausbildung und ihrem Wachsthume diene, angesehen werden müsse. Es möchte wohl am naturgemäßesten sein, anzunehmen, daß sich das Casein aus dem Natronalbuminat des Blutes bilde. Bemerken wir doch nicht allein im Colostrum, sondern selbst auch in der Frauenmilch noch eine sehr große Aehnlichkeit in den Eigenschaften beider, sowie wir auch selbst in dem Casein der Kuhmilch, also demjenigen, welches die Eigenthümlichkeiten des Caseins am charakteristischsten darbietet, noch häufige Uebergänge in Albumin bemerken, namentlich dann, wenn durch das Auftreten von Milchsäure das mit dem Casein verbundene Alkali hinweggenommen wird. — Sowie also in der Milch vor der Geburt und gleich nach derselben die Eigenschaften dieses Albuminnatrons noch mehr vorwalten, so möchte durch eine allmälige innigere und chemische Verbindung des Albumins mit dem Alkali sich der eigentliche unterscheidende Charakter des Caseins erst herausbilden. Allerdings hat Mulder in dem Casein durch das Fehlen von Phosphor, welcher in dem Albumin vorhanden ist, einen wesentlichen Unterschied zu begründen gesucht; allein es möchte erstens sehr zweifelhaft sein, ob dieser mangelnde Phosphor sich in den verschiedenen Caseinarten bestätigt, und zweitens kann ein so leicht, und namentlich bei Gegenwart von Alkalien sich leicht oxydirender Körper, wie der Phosphor, bei der Ausscheidung des Albuminnatrons, in Phosphorsäure übergegangen sein, welche Phosphorsäure dann, mit Kalk sich verbindend, die große Menge dieses Phosphates in dem Casein erklärlich machen würde. — Auffallend und gewiß nicht ohne Bedeutung für den kindlichen Organismus ist die große Menge dieses

Kalkphosphates in der Milch überhaupt, und namentlich in dem Casein. Es macht nämlich, wie wir oben sahen, im Verein mit phosphorsaurer Magnesia und Eisenoxyd zwei Drittheile sämmtlicher anorganischen Verbindungen der Milch aus, und ist in dem trockenen, löslichen Casein bis zu 10 % enthalten. Es ist einleuchtend, daß diese Substanz hauptsächlich zur Ernährung des Knochengerüstes, was beim Säuglinge in so schneller Entwicklung begriffen ist, verwendet werde. Daß dieser phosphorsaure Kalk auf Kosten des mütterlichen Organismus in die Milch übergehe, ist aus vielen Beobachtungen ersichtlich, und wohl auch zum Theil die nicht selten beobachtete Neigung schwangerer und stillender Weiber nach Kreide, Eierschaalen u. s. w., das Ausfallen und Weichwerden der Zähne bei denselben aus dieser Secretion zu erklären. Ebenso steht wohl auch der oft beobachtete Mangel des phosphorsauren Kalkes im Harne stillender Frauen damit in Zusammenhang.

Daß das Casein, in den Magen des Säuglings gelangend, in demselben anfangs in den coagulirten Zustand übergehe und erst durch fortdauernde Absonderung von Magensaft, sowie durch das Hinzukommen der alkalischen Galle wieder löslich und nun in Albuminnatron verwandelt werde, davon habe ich mich öfter durch Untersuchung des Mageninhaltes von Kälbern überzeugt. Wie es jedoch hierbei den ihm nach Mulder zukommenden Phosphor aufnimmt, um zu Eiweiß zu werden, ist schwer mit Bestimmtheit nachzuweisen. Möglicher Weise könnte dieses durch Reduction phosphorsaurer Salze während des Verdauungsactes geschehen, da wir ja auch sonst während der Processe der Metamorphosen solche Reductionen von Sauerstoffsalzen, und namentlich auch von phosphorsauren Salzen, erfolgen sehen. —

Wo kommt jedoch bei dieser Umwandlung des Caseins in Albumin, also in den Blutbestandtheil, die große Menge des phosphorsauren Kalkes hin, da das Albumin bei allen Untersuchungen nur höchstens 2 % dieses Phosphates gelöst erhalten kann? Daß ein Theil desselben während des Verdauungsactes als unbrauchbar sich abscheide, ist nicht wohl annehmbar, da dasselbe ein für den kindlichen Organismus so nothwendiger Bestandtheil ist. Es muß deßhalb jedenfalls mit in die Ernährungsflüssigkeit übergehen. — Man kann im Durchschnitt annehmen, daß 100 Theile trockner Milchsubstanz 1,5 Erdphosphate enthalten, während 100 Theile trockner Blutsubstanz beim Erwachsenen im Durchschnitte nur 0,5 — 0,6 Erdphosphate enthalten. Ob aber das Blut nicht mehr derselben aufzunehmen im Stande ist, ist damit nicht in Abrede gestellt, und es scheint mir dieses nach einigen beobachteten Fällen wirklich möglich zu sein.

Berücksichtigen wir auch die Thatsache, auf die Liebig erst kürzlich aufmerksam machte, daß basisch phosphorsaurer Kalk in alkalischen Salzen einigermaßen löslich ist, so würde dieses uns vielleicht darüber Aufschluß geben. Jedenfalls wird nämlich durch den Act der Verdaunng, durch das Zusammenkommen der Salzsäure des Magensaftes mit dem Natron der Galle Chlornatrium gebildet, folglich die Menge der in der Nahrung des Säuglings enthaltenen Salze vermehrt, durch diese Vermehrung aber ein Hülfsmittel für die Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes dargeboten, und es kann derselbe auf diese Weise mit in die überhaupt salzreichere Blutflüssigkeit übergehen und in dieser selbst dann gelöst bleiben, wenn das Casein in Albuminnatron umgewandelt worden ist.

Daß sich das Casein der Milch mit der fortschreitenden Entwicklung des Säuglings allmälig vermehre, ist schon oben angedeutet worden, und ist eine für die Ausbildung und die Metamorphose der an Volumen und Masse zuneh-

menden Organe des jugendlichen Individuum zweckmäßige Natureinrichtung. — Sowie sich das Casein aus dem Albuminnatron des Blutes, so müssen sich Fett und Zucker aus den stickstofffreien Bestandtheilen des Organismus und beziehungsweise aus der Nahrung der Mutter bilden. Es spricht wenigstens bis jetzt noch keine positive Thatsache für die Bildung dieser beiden Körper im Organismus aus der Umsetzung der stickstoffhaltigen Gebilde, obschon man die Zuckerbildung beim Diabetes wahrscheinlich zu machen suchte.

Daß die Butter theilweise aus dem Fettgehalte der Organe der Mutter sich bilde, und daß dieser bei Mangel an in den Nahrungsmitteln zugeführtem Fette eine Abnahme erleidet, will, wie oben erwähnt wurde, Boussingault gefunden haben. Ich habe bereits an einem andern Orte gezeigt[1]), daß Boussingault's Resultate auch auf eine andere Weise erklärt werden können. Seitdem wir aber durch die Forschungen der neuesten Zeit, und namentlich durch die Bestrebungen Liebig's, über die Frage der Fetterzeugung aus Amylon, Gummi, Zucker u. s. w. im Organismns außer Zweifel sind, ist es wohl das Naturgemäßeste, anzunehmen, daß die Butter sich aus diesen Bestandtheilen der Nahrung im Organismus der Mutter bilde und von da aus in die Milch übergehe. Daß auch der Fettgehalt der genossenen Nahrungsmittel mit zur Bildung der Butter diene, unterliegt jedoch keinem Zweifel, und es spricht hiefür namentlich auch der nicht unbeträchtliche Buttergehalt der Milch des Hundes in der Analyse von Clemm, der bloß mit Fleisch gefüttert wurde. — Interessant sind in dieser Hinsicht noch die aus den Analysen von Bromeis hervorgehenden Resultate, daß die Butterölsäure sich als ein Oxydationsproduct aus der gewöhnlichen Oelsäure, und vielleicht auch aus der Margarinsäure betrachten lasse. Daß die Margarinsäure selbst durch Oxydation aus der Stearinsäure entstehen könne, ist bekannt, und es ergiebt sich hiernach eine interessante Beziehung dieser verschiedenen Fettsäuren zu einander. — In welcher Beziehung die Buttersäure zu dem Zucker und Amylon stehe, und daß man sogar auch künstlich die Bildung derselben aus den genannten Substanzen bewirkt hat, ist schon früher erwähnt worden.

Daß auch der Milchzucker aus den stickstofffreien Nahrungsmitteln der Mutter sich bilden müsse, ist nach dem schon Angegebenen einleuchtend.

Wo jedoch diese Umwandlungen erfolgen, ob in dem Blute oder den Drüsen, darüber haben wir bis jetzt keine Gewißheit. — Daß eine theilweise Vorbereitung der genannten Stoffe bereits im Blute erfolge, scheint mir aus den großen Quantitäten von Fett und sogenannten Extractivstoffen, welche ich bei Untersuchung des Blutes und der Exsudate beim Kindbettfieber fand, sowie aus der fast constanten stark sauren Reaction dieser Flüssigkeiten (Umwandlung von Milchzucker in Milchsäure?) hervorzugehen. Daß jedoch der eigentliche Charakter derselben, und namentlich die Combination zu Milch, erst in der Drüse erfolge, ist sehr wahrscheinlich. Auch Schloßberger folgert das Letztere aus seiner Analyse der Milch eines Bockes und der bei diesem Thiere vorgefundenen vollständigen Entwicklung der Euter. Gleichwie das Casein der Milch und der phosphorsaure Kalk dem directen Ansatze im Organismus des Säuglings, der Zellenbildung, der Ausbildung und dem Stoffwechsel der Organe dienen, so müssen auch Butter und Zucker gewisse Zwecke im Organismus erfüllen. Daß die Butter theilweise dazu diene, den Fettgehalt der Organe des Säuglings zu liefern, bei der Bildung der Zellen und, wie Leh-

---

[1]) Jahresbericht über die Fortschritte der Medicin von Cannstadt und Eisenmann. (Referat über physiol. Chemie.) 1844.

mann zeigte, bei den Metamorphosen der Stoffe thätig mitzuwirken, möchte wohl nach dem, was wir über die Function des Fettes im Allgemeinen wissen, außer Zweifel sein. — Daß dasselbe jedoch im Vereine mit dem Milchzucker auch dazu diene, Materiale für die Respiration, und damit Wärmebildung zu liefern, im Organismus des Kindes in Kohlensäure und Wasser decomponirt zu werden, ist gewiß. Liebig hat es wahrscheinlich gemacht, daß diese Substanzen theilweise vorher in Galle übergehen und dann erst die weitere Metamorphose erleiden. — Daß ein Theil des Milchzuckers im Magen des Kindes in Milchsäure verwandelt wird, ist sehr wahrscheinlich; daß jedoch diese Umwandlung mit sämmtlichem Milchzucker erfolge, können wir nicht annehmen, indem das Natron der Galle in keinem Falle zur Neutralisation so großer Mengen von Säure zureichen würde, eine Neutralisation aber erfolgen muß, da ein saurer Chylus im normalen Zustande nicht stattfinden kann. Es ist auch deßhalb schon eine vollständige Umwandlung nicht annehmbar, weil bei einmal stattgefundener Coagulation des Caseins oder, wenn wir lieber wollen, bei einmal vorhandener freier Säure bekanntlich kein Milchzucker mehr in Milchsäure metamorphosirt wird. —

Literatur.

Berzelius, Thierchemie, übersetzt von Wöhler. Dritte Aufl. Dresden und Leipzig, in der Arnoldi'schen Buchhandlung. 1840. — Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Berlin, bei Alb. Förstner. 1840—42. — Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. I. Band. Leipzig, bei Engelmann. 1842. — L'Heritier, Traité de Chimie pathologique. Paris chez Baillière. 1842. — Liebig, Handbuch der organischen Chemie. Heidelberg, bei Winter. 1843. — Simon, die Frauenmilch nach ihrem chemisch-physiologischen Verhalten. Berlin. 1838. — Donné du lait et en particulier de celui des nourrices. Paris. 1836. — Meggenhofen, Dissertatio inaug. sistens indigationem lactis muliebris chemicam. Francof. a. M. 1826. — Neue Zeitschrift für Geburtskunde von Busch, d'Outrepont, Ritgen und Siebold. 10ter Bd. Berlin. 1841. — v. Froriep's Notizen. Jahrgang 1839. — Annalen der Chemie und Pharmacie von Liebig und Wöhler. Jahrgang 1842 und 1844. — Annal. de Chim. et de Physique. 1836. 1839. 1844. — Nebstdem wurden noch eine Reihe bis jetzt noch nicht veröffentlichter Untersuchungen benutzt, mit denen gegenwärtig Herr Clemm, ein sehr eifriger und talentvoller Chemiker, im Laboratorium des Verfassers beschäftigt ist.

Scherer.

Nervenphysiologie. [1])

I. Allgemeine Bestimmung des Nervensystems.

Der Thierkörper besitzt ein Nervensystem, der Pflanzenkörper nicht, hierin liegt die erste Andeutung, daß die hervorstechenden Eigenthümlichkeiten des Thierlebens, Empfindung und freiwillige Bewegung, an das Nervensystem gebunden sein mögen. Diese Vermuthung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man bemerkt, daß Sinnesorgane und Muskeln sehr reichlich mit Nerven versehen sind, während diejenigen Theile, welche die Empfindung und Bewegung entbehren, wie Haare, Hörner und Nägel, auch der Nerven ermangeln. Pathologische Erfahrungen und physiologische Experimente entfernen endlich jeden Zweifel. Wir sehen, daß Nerven auf äußere Reize durch Empfindung und Muskelbewegung reagiren, und daß Bewegung und Sensibilität nach Durchschneidung derselben örtlich verloren gehe. Das Nervensystem bedingt also die ersten Rudimente psychischer Thätigkeit, daß es ebenso die höheren Seelenvermögen vermittele, ist im Artikel »Gehirn« schon nachgewiesen worden.

Der Thierkörper zeichnet sich aber vor dem Pflanzenkörper nicht nur durch die psychischen Vermögen, sondern auch dadurch aus, daß alle seine Theile in einem unvergleichlich innigern Zusammenhange stehen. In der Pflanze ist die Verbindung der Theile unter einander eine äußerst lose, und darum die Selbstständigkeit jedes Organs eine sehr weit reichende. Ein Zweig, eine kleine Sprosse, eine Wurzel, oft ein einzelnes Blatt lebt abgetrennt von seinem Organismus fort, wenn äußere Verhältnisse die Vegetation begünstigen. So raubt die Industrie dem Maulbeerbaume seine Blätter, und der Weide ihre Zweige, ohne die Lebenskraft derselben zu vernichten oder auch nur wesentlich zu hemmen. Verschiedene Pfropfreiser werden auf einen Stamm gesetzt und der Stamm behält seine Art, wie der Pfröpfling die seine. Man kann diese Selbstständigkeit der Theile und ihre Unabhängigkeit bis in die Elementorgane, die Zellen, verfolgen, so daß ein ausgezeichneter Pflanzenphysiolog sogar geneigt ist, die Pflanze als ein Conglomerat verschiedener und selbstständiger Organismen zu betrachten. In der That reicht die Einheit, welche die Theile einer Pflanze zu einem Ganzen verbindet, kaum weiter, als die Einheit, welche die Individuen eines Bienenstockes in der Totalität des Schwarmes zusammenhält.

Bei keinem Thiere ist der Mangel an Zusammenhang der einzelnen Theile so auffallend, als bei der Pflanze, und da die Verbindung der Theile zu einem

---

[1]) Die wichtige Schrift von Kölliker: Ueber die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems, welche durch den Nachweis der Faserursprünge in die gesammte Neurologie so tief eingreift, kam leider erst in meine Hände, als dieser Artikel schon fertig und zur endlichen Abgabe an die Redaction bereit gelegt war. Eine vollständige Umarbeitung des Aufsatzes war nicht mehr möglich, und so habe ich es bei Correcturen und Zusätzen müssen bewenden lassen, welche die Einheit des Ganzen in Etwas beeinträchtigen.

Ganzen ziemlich in gleichem Maße zunimmt, als das Nervensystem im Thierreiche sich vollkommener entwickelt, so liegt hierin die erste Andeutung, daß eben dieses System den künstlichen Zusammenhang der Organe zu Stande bringe.

Zwar ist keineswegs zu leugnen, daß auch im ausgebildetsten Thierkörper jeder einzelne Theil eine gewisse Selbstständigkeit habe, wie z. B. abgeschnittene Muskeln sich noch contractil zeigen und der aus dem Körper genommene Magen noch etwas verdaut, allein diese Unabhängigkeit des einzelnen Theiles ist, bei den vollkommneren Thieren wenigstens, sehr beschränkt. Unendlich oft erscheint die Lebensthätigkeit eines Organes nur als Folge von der Thätigkeit einiger oder vieler anderer, und unendlich oft muß der ganze Körper eine Erregung theilen, die sich ursprünglich auf ein geringfügiges Organ beschränkte. Nie fungirt ein Theil des vollkommneren Thierkörpers auf die Dauer fort, wenn er von dem Organismus, dem er angehört, losgerissen und sich selbst überlassen wird.

Wo nun bei den Sympathien und Synergien Gefühl und Wille im Spiele ist, da kann nach dem Vorausgeschickten kein Zweifel sein, daß die Nerven sie bedingen, aber auch in der Sphäre des unbewußten Lebens sind sie es meistens, welche das Zusammenwirken der Organe ermöglichen und fördern. Dies zeigt sich unverkennbar in der großen Classe der sogenannten Reflexbewegungen, welche nur unter Mitwirkung der Centralorgane des Nervensystems zu Stande kommen. Auch sind es nicht bloß die Muskeln, deren Bewegung mit gewissen Zuständen des Gehirns und Rückenmarkes in gesetzlichem Zusammenhang erhalten werden, sondern die eigenthümliche Contraction der Haut, die wir Gänsehaut nennen, die Ausdehnung oder Verengerung der Gefäßwandungen beim Erröthen und Erbleichen, die Bewegungen in den Drüsen, die bei plötzlichen Excretionen vorausgesetzt werden müssen, sie alle sind von Vorstellungen abhängig und gehören demnach zu den Sympathien, welche in der Thätigkeit des Nervensystems ihren Grund haben.

Wären die Nerven auch nur im Stande, die Bewegungen gewisser Theile mit den Zuständen anderer in Verbindung zu setzen, so würden sie im Lebensprocesse bereits die wichtigste Rolle spielen, aber ihr combinirender Einfluß geht offenbar weiter. Wenn Vorstellungen und Gemüthsbewegungen, wie hinreichend erwiesen ist, die chemische Beschaffenheit der Milch, des Speichels und anderer Absonderungsstoffe verändern können, so heißt dieses nichts Anderes, als daß Nerven befähigt sind, auch die trophischen Functionen einer Drüse mit den Actionen des Gehirns in bestimmte Verbindung zu setzen.

Wie also die Nerven verschiedene Organe materiell verbinden, so verbinden sie dieselben auch functionell. Sie haben die Eigenthümlichkeit, durch Umstimmung eines Organs, in welchem sie sich befinden, außerordentlich leicht in eine gewisse Action versetzt zu werden, welche ihrerseits wieder die Ursache zu Actionen in anderen Theilen wird, zu welchen sie hingehen.

Nun zeigt sich aber in den Functionen, sowohl wo sie sich gleichzeitig mit einander verbinden, als wo sie sich in der Zeitfolge aus einander entwickeln, ein regulatorisches Princip, welches vermittelst der Thätigkeit einzelner Theile auf die Erreichung allgemeiner Zwecke für das Ganze hinarbeitet. Die Nerven erscheinen also schließlich als die wesentlichsten Instrumente jenes vernünftigen Princips, welches in der Teleologie der thierischen Functionen sich geltend macht.

Man hat dem Nervensystem und namentlich den Centralorganen desselben auch eine belebende Kraft zugeschrieben, wogegen sich nichts sagen läßt, nur daß diese belebende Kraft eben in dem besteht, was in dem Vorhergehenden

ausführlicher geschildert wurde. Die Lebenskräfte haben mit allen anderen Kräften dies gemein, daß sie einer Provocation von außen bedürfen, denn keine Kraftäußerung setzt sich selbst, sondern hat eine Ursache außer sich. Indem also die Lebensäußerungen der verschiedenen Theile durch Nerventhätigkeiten provocirt werden, ist der belebende Einfluß der Nerven allerdings unleugbar. Andererseits ist ein doppeltes Mißverständniß zu vermeiden, es sind weder die Nerven in der Lebensthätigkeit ein Letztes, denn die Energien, durch welche sie Lebensäußerungen excitiren, sind ihrerseits selbst excitirte, noch ist die Lebensthätigkeit des Organs, welche der Innervation folgt, ausschließlich durch diese gesetzt. Wäre der Theil, welcher von den Nerven aus zu einer Lebensthätigkeit incitirt wird, nicht für sich schon lebendig, so wäre er einer lebendigen Erregung überhaupt nicht fähig. Dies scheinen die Physiologen nicht immer gehörig berücksichtigt zu haben, woraus dann verkehrte Streitigkeiten entstanden, wie die, ob die Muskelreizbarkeit von den Nerven abhänge oder nicht.

Indem wir die allgemeinen Bestimmungen des Nervensystems zu ermitteln suchen, ist noch der Frage zu gedenken, ob dieses System seinen Einfluß auch auf die trophischen Functionen erstrecke. Zwar ist diese Frage im Vorhergehenden bereits vorläufig bejaht worden, aber es scheint um so angemessener, noch einmal kürzlich auf dieselbe zurückzukommen, als die Thierchemie in neuester Zeit sich fast das Ansehen gegeben, als ob sie, bekannt mit den Kräften und Gruppirungen der Atome, sich der Berücksichtigung der Nerven im Ernährungsprocesse ganz überheben könnte.

Lassen wir alles Speculiren über die Wirksamkeit der physikalischen und chemischen Kräfte im Organismus bei Seite, so finden wir erstens eine Menge von Fällen, wo der Einfluß der Nerven auf trophische Actionen unverkennbar ist, und zweitens unter diesen Fällen vielleicht nicht einen, der jetzt schon auf die allgemeinen Gesetze des Chemismus reducirbar wäre. Ohne darüber zu streiten, ob eine solche Reduction jemals zu erwarten stehe oder nicht, nehmen wir vorläufig die Erfahrung, wie sie ist, und begnügen uns mit den complicirteren Phänomenen, so lange die einfacheren Kräfte, aus denen sie ableitbar sein könnten, nicht nachweisbar vorliegen.

Daß nun das Nervensystem, gleichviel ob durch specifische Lebenskräfte, oder durch chemische Actionen, die in ihm selbst vorgehen, die trophischen Functionen bedinge, dies ist eine durch vielfältige Erfahrungen hinreichend befestigte Thatsache.

In Gliedern, deren Nerven durchschnitten waren, wurde sehr häufig Abmagerung, bisweilen eine Abnahme der Temperatur, hin und wieder Neigung zu Verschwärungen beobachtet. Zwar sind diese Störungen nicht constante Folgen der Nerventrennung, aber die Verschiedenheit in den Erscheinungen bezieht sich sehr wahrscheinlich auf die relative Menge und Wichtigkeit der durchschnittenen und nicht durchschnittenen Nervenfaden; denn daß in manchen Fällen wenigstens die Beeinträchtigung der Ernährung und die Zerstörung der Nerven in einem Causalverhältniß stehen, beweisen Magendie's wichtige Experimente am 5ten Nervenpaare auf das Vollständigste.

Sehr demonstrativ ist auch der Einfluß der Gemüthsbewegungen. Gram und Sorge verursachen Abmagerung und stören die Fettbildung. Aerger beeinträchtigt bei vielen Personen die Verdauung auf das Auffallendste, so daß sie nicht nur langsam, sondern auch unvollständiger zu Stande kommt. Wenn Sorgen graue Haare, und Liebeskummer bei jungen Mädchen Bleichsucht erzeugen, so ist der Einfluß der Nerven auf die Pigmentbildung unverkennbar. Nach Treviranus kann Reizung eines Thieres zur Wuth den Speichel giftig machen,

und der äußerst nachtheilige Einfluß von Schreck und Zorn auf die Beschaffenheit der Muttermilch ist allgemein bekannt.

Wir müssen hiernach behaupten, daß das Nervensystem einen Einfluß auf die elementarischen Compositionen und Decompositionen ausübe, oder mit anderen Worten, daß die Atome unter Einwirkung der lebendigen Nerven sich anders verbinden, als ohne diese Einwirkung. Auch enthält eine derartige Behauptung nicht das Mindeste, wogegen die wissenschaftliche Chemie zu remonstriren hätte. Es liegt am Tage, daß die chemischen Actionen nicht bloß von den immanenten Kräften der Atome, sondern auch von Verhältnissen abhängen, die denselben ganz äußerlich sind. Der Grad der Wärme, das Quantum des auflösenden Wassers, die Ruhe oder Bewegung der nebeneinanderliegenden Atome, ja die bloße Gegenwart eines dritten Körpers verändert die chemische Wechselwirkung zweier Stoffe, und somit das aus dem chemischen Processe hervorgehende Product. Derartige Verhältnisse modificiren die chemischen Actionen durch Veränderung der äußeren Bedingungen, von welchen auch die einfachsten Naturkräfte abhängig sind, und wenn die thierische Substanz sich unter dem Einflusse der Nervenkraft irgendwie anders verhält, als ohne diesen Einfluß (eine Annahme, die sich von selbst verstehen möchte), so sind die Bedingungen, unter welchen die chemischen Kräfte wirken, eben auch andere.

II. Abhängigkeit der Nerventhätigkeit von den Centralorganen.

A. Begriff des Centralorgans.

Obgleich der einzelne Nerv schon durch seine eigene Organisation zu gewissen Lebensthätigkeiten befähigt ist, so ist diese Thätigkeit doch äußerst beschränkt und die complicirteren und wichtigeren Functionen des Nervenlebens verlangen die Mitwirkung von Organen, welche eine mehr massenhafte Anhäufung der Nervensubstanz, und namentlich eine Verbindung der Fasern mit der Kugelmasse erkennen lassen. Solche Organe nennt man Centralorgane.

Die Nerven sind von den Centralorganen abhängig, aber die Centralorgane sind ihrerseits auch wieder abhängig von den Nerven, wie überhaupt im Thierkörper jeder Theil mehr oder weniger von jedem abhängt. Aus diesem Grunde sagt eine Erfahrung sehr wenig, die weiter nichts nachweis't, als daß eine gewisse Nerventhätigkeit vom Gehirn oder Rückenmark aus bestimmbar sei. Gleichwohl befinden sich unter den Beobachtungen und Versuchen, welche die Abhängigkeit eines Nervenactes von einem bestimmten Centralorgane nachweisen sollen, nicht wenige, die wirklich mehr nicht beweisen, als jene allgemeine Wechselwirkung, deren Gegenwart, auch wo sie nicht speciell erwiesen wäre, von vornherein nicht zu bezweifeln stände. So hat man zu zeigen gesucht, daß die Bewegung des Herzens und der Eingeweide vom Gehirn ausginge, und hat zum Beweise Versuche angeführt, wo mechanische Reizung des Gehirns Bewegungen in dem einen und dem andern auslös'ten. Bei derartigen Versuchen bleibt zweierlei unklar, erstens, ob die Bewegungen, die man beobachtet, die nothwendigen oder nur die zufälligen Folgen der Erregung sind, die man veranlaßte, und zweitens, ob diese Bewegungen als die unmittelbaren, oder nur als die reflectorisch vermittelten Folgen des angebrachten Reizes auftreten. Die mechanische Reizung des Gehirns könnte den Herzpuls recht wohl beschleunigen, aber vielleicht nur in der Weise, wie ein verbrannter Fuß dies auch kann, vielleicht aber nicht in der Art, wie Reizung der Medulla oblongata die Athembewegungen aufregt. Es wird hier nicht bezweckt, die eine oder die

andere dieser Ansichten geltend zu machen, sondern nur zu zeigen, wie leicht die Untersuchungen über die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der Functionen im Unbestimmten bleiben, wenn das, was man unter Abhängigkeit versteht, nicht scharf bezeichnet wird.

Im Folgenden handelt es sich um Auffindung derjenigen Theile des Nervensystems, welche die vereinzelten und unscheinbaren Kräfte der Elementartheile zur Einheit eines organischen Wirkens an einander ketten. Solche Theile sind die unveräußerlichen Grundbedingungen der Nerventhätigkeit, nicht etwa, weil sie den untergeordneten Theilen, und namentlich den Nerven, die in ihnen wirkenden Kräfte einflößen, denn jeder, auch der kleinste Theil, hat von vornherein seine eigenen Kräfte, ebenso wenig, weil sie die zu den Lebensthätigkeiten erforderlichen Ursachen primär erzeugen, denn die Ursachen des organischen Geschehens gehen nie von einem Theile (ja nicht einmal von mehreren) des Organismus allein aus, sondern darum, weil sie die bereits vorhandenen elementaren Kräfte in höheren Formen combiniren und so zur Entstehung organischer Resultanten Gelegenheit geben. Ein Centralorgan ist demnach ein regulatorischer Apparat, welcher eine Vielheit vereinzelter Kräfte zu Gunsten eines organischen Zweckes in passende Verbindung setzt. Und hiermit versteht es sich von selbst, daß nach Zerstörung des regulatorischen Apparates gerade dieses zweckmäßige Wirken sofort cessire, und daß alle zusammengesetzten Wirkungen in ihre einfachen Elemente zerfallen, welche unverbunden, wie sie sind, kaum noch die Spuren der Vitalität erkennen lassen. So schwierig nun auch bisweilen der positive Beweis ist, daß ein bestimmter Complex von Nerventhätigkeiten in einem bestimmten Organe sein Centrum habe, so leicht und unzweideutig ist die negative Beweisführung, daß er in einem bestimmten Organe dasselbe nicht habe. Nämlich kein Theil des Nervensystems kann Centralorgan solcher Nerventhätigkeiten sein, welche nach Zerstörung dieses Theils, wenn auch nur vorübergehend, fortdauern. Für die Experimentalphysiologie ist dieser Satz von Wichtigkeit, wie ein später anzuführendes Beispiel beweisen wird.

B. Anatomische Abhängigkeit der Nerven von den Centralorganen.

Nach einem allgemein verbreiteten Sprachgebrauche entspringen die Nerven von den Centralorganen, aber man ist keineswegs einig, was dies heiße. Die Nerven haben entfernter Weise Aehnlichkeit mit Bäumen, welche ihre Wurzeln in den Centralorganen, und ihre Zweige in peripherischen Körpertheilen ausbreiten. Diese Bildung und der Umstand, daß Gehirn und Rückenmark sich früher entwickeln, als die Nerven, konnte zu der Vermuthung führen, daß letztere pflanzenartig aus jenen hervorwüchsen, allein die Entwicklungsgeschichte hat hinreichend erwiesen, daß mit Ausnahme von drei specifischen Sinnesnerven ein solches Hervorwuchern nicht stattfindet, und daß jeder Nerv sich an der Stelle bildet, wo er später zu finden ist. Selbst Gall's Annahme, daß die graue Substanz der Centralorgane die ernährende der weißen und folglich auch der Nervenfasern sei, ist nicht annehmbar, da nach Tiedemann's Untersuchungen über die Entwicklung des Gehirns die weiße Substanz an einigen Stellen vor der grauen gebildet wird.

Wiederholen wir die Frage, welche Bewandtniß es mit dem Entspringen der Nerven von den Centralorganen habe, so läßt sich mit Sicherheit nur so viel behaupten, daß wenigstens das eine Ende der in den Nervensträngen befindlichen Fasern, mag man es nun Anfang oder Ende nennen wollen, in einem Centralorgane gelegen sei. Es ist nämlich erwiesen, daß sich die Fasern der Nervenwurzeln mehr oder weniger in das Rückenmark hinein mikroskopisch ver-

folgen lassen, während andererseits allgemein anerkannt wird, daß Anfänge von Fasern im Verlaufe der Nervenstränge durchaus nicht zu finden sind. Letzteres kann nicht füglich auf die Schwierigkeit der Untersuchung geschoben werden, denn für eine geübte anatomische Hand ist es keine große Aufgabe, ein feines Nervenbündelchen unter dem Mikroskope in der Weise auszubreiten, daß eine Menge einzelner Nervenfaden in einer ansehnlichen Strecke ihres Verlaufes vollkommen übersichtlich und unzerrissen vorliegen. In solchen Präparaten, deren ich selbst unzählige durchgemustert habe, bemerkt man einen ununterbrochenen Verlauf der Fasern von einem Ende des Präparates bis zum andern, und durchaus nichts, was auf einen Ursprung der Fasern bezogen werden könnte.

Wenn wir uns der Vermuthung hingeben dürfen, daß der Ursprung der Nervenfasern wohl auch der Ausgangspunkt gewisser Thätigkeiten derselben sein möge, so hat es ein entschiedenes Interesse, zu wissen, an welchen speciellen Stellen der Centralorgane Fasern entspringen. Leider können wir uns der Erkenntniß dieses wichtigen Verhältnisses nur auf Umwegen nähern, da die anatomische Nachweisung der Faserursprünge selbst zur Zeit nicht möglich ist. Zwar spricht Valentin von Centralendumbiegungsschlingen, die er im Gehirn des Pferdes und der Taube beobachtet habe, allein die Beobachtung beweis't im besten Falle nur die Gegenwart der Schlinge, nicht ihre Qualität als Anfang oder Ende. Solche Schlingen könnten auch Bogen geschlängelter Fasern sein, wie Valentin selbst zugiebt, nur irrt er, wenn er meint, daß diese zweite Vorstellungsweise darum unzulässig sei, weil wir die freien Enden der Fasern in diesem Falle finden müßten. Bereitet man ein so dünnes Präparat von Gehirnsubstanz, daß man unter dem Mikroskope den Lauf der einzelnen Fasern verfolgen kann, so sieht man jedesmal Fasern mit freien Enden nicht bloß am Rande des Präparates, sondern oft auch in dessen Mitte. Diese freien Enden können Folgen der Zerreißung, aber sie können auch Naturproducte sein, denn man sieht aus ihnen nicht immer den Inhalt der Fasern hervorquellen, ganz abgesehen davon, daß selbst ein solches Hervorquellen keinen entscheidenden Beweis für die Zerreißung abgeben würde, da auch das natürliche Ende der Nervenfasern zum Austritt gewisser Substanzen geeignet sein könnte. Kurz, wir kennen die Anfänge der Nervenfasern nicht und werden sie wahrscheinlich nie kennen, einerseits, weil alle Hoffnung fehlt, es jemals dahin zu bringen, die einzelne Faser in einer beträchtlichen Strecke durch die Centralorgane zu verfolgen, andererseits, weil nicht abzusehen, wo sich das Kriterium finden solle, um durchrissene Nervenfasern, die in unseren Nervenpräparaten vorkommen können, von natürlichen Faserenden zu unterscheiden.

Diese Bedenken gegen die Auffindbarkeit der Faserursprünge würden wegfallen, wenn, wie Remak, Helmholz, Will und Hannover behaupten, die Fasern ihren Ursprung von den Ganglienkugeln nähmen, indeß habe ich mich so wenig, als Valentin und Henle, überzeugen können, daß die von den Ganglienkugeln bisweilen auslaufenden Fortsätze für Nervenröhren genommen werden dürfen [1]).

Mit Bezug auf das Vorhergehende muß ich bekennen, daß mir keine anatomischen Erfahrungen bekannt sind, welche den Ursprung eines Nerven im Gehirn erwiesen oder auch nur wahrscheinlich machten. Daß die Hirnnerven, welche sich in die Medulla oblongata inseriren, entweder in dieser oder im

[1]) Die Abbildungen von Hannover: Recherches microscopiques sur le système nerveux. 1844. tab. III. unterstützen die Ansicht, daß er Nervenursprünge vor sich gehabt habe, sehr wenig.

Gehirn und nicht im Rückenmark enden, darauf weiſ't die Phyſiologie einigermaßen hin, die Anatomie aber hat nichts hinzuzufügen, um ſo weniger, da bei mehren Hirnnerven der Verlauf der Wurzelbündel, ſo weit er bis jetzt verfolgt werden konnte, gegen das Rückenmark hin gerichtet iſt.

Erweisbar iſt dagegen, daß nicht alle Nerven im Gehirn entſpringen. Zunächſt läßt ſich durch die Form und Dimenſionsverhältniſſe des Rückenmarkes darthun, daß auch dieſes die Urſprungsſtätte gewiſſer Nerven ſein müſſe. Setzen wir nämlich hypothetiſch das Gegentheil und leiten die Rückenmarksnerven vom Gehirn ab, ſo müßte das Rückenmark eine coniſche Geſtalt haben, es müßte im erſten Halswirbel, wo es noch die Elemente aller Nerven enthielte, am breiteſten und in der Lendengegend, wo es die letzten Nerven abgiebt, am dünnſten ſein. Dies iſt nicht nur nicht der Fall, ſondern das Lendenmark iſt oft beträchtlich ſtärker als das Halsmark. Man darf dieſer Betrachtung nicht den Einwurf entgegenſtellen, daß eine Anhäufung der grauen Subſtanz in den unteren Partien des Rückenmarkes den Verluſt an weißer Maſſe compenſiren könne. Wäre dies der Fall, ſo müßte die graue Maſſe einen Kegel bilden, deſſen Baſis gegen unten oder hinten gerichtet wäre. Es müßte ſich bei Vergleichung von Querſchnitten des Rückenmarkes zeigen, daß in der Gegend der oberen Halswirbel ein kleiner grauer Kern von einer dicken Lage weißer Subſtanz umgeben ſei, während in der Lendengegend umgekehrt eine äußerſt dünne Lage weißer Subſtanz einen dicken grauen Kern umhüllen müßte. Eine derartige Einrichtung wäre möglich, aber in der Wirklichkeit beſteht ſie nicht. Zwar nimmt die graue Maſſe gegen die Bruſtwirbel hin wirklich zu, aber die Quantität der weißen Maſſe nimmt auch zu! Auf dieſe Weiſe entſteht die Anſchwellung, von welcher die großen Nerven der vordern Extremität entſpringen. Weiter abwärts nimmt die Menge der grauen Subſtanz und der einhüllenden weißen Schicht auffallend ab, aber beide gewinnen in der Lendengegend, wo die Schenkelnerven entſpringen, zum zweitenmale beträchtlich an Maſſe, und bilden die hintere Rückenmarksanſchwellung. Alſo an den Stellen, wo große Nerven entſpringen, findet locale Vermehrung der Nervenmaſſe Statt, und dieſe Vermehrung bezieht ſich nicht bloß auf die graue Subſtanz, ſondern in gleichem Maße auf die weiße. Die folgende Beobachtung, die ich am Pferde machte, erläutert das Geſagte. Ich präparirte das Rückenmark ganz rein und ſchnitt aus verſchiedenen Regionen deſſelben 4 Stücken aus, deren jedes 7 Centimeter in der Länge maß. Es wog aber:

a) Ein Stück unterhalb des 2ten Spinalnerven 219 Gran.
b) » » » » 8ten » 293 »
c) » » » » 19ten » 163 »
d) » » » » 30ſten » 281 »

Demnach verdickt ſich das Rückenmark in der Schultergegend um $1/3$ und in der Lendengegend um $1/4$, auch iſt es in der Gegend der Lenden faſt doppelt ſo ſtark als im Rücken. Die folgenden vier Figuren zeigen die Durchſchnittsflächen dieſer Rückenmarkspartien in natürlicher Größe und verſinnlichen das Verhältniß der grauen Subſtanz zur weißen:

Fig. 1.

a. b. c. d.

Ich maß den Inhalt der Durchschnittsflächen nach halben Quadrat-Linien und fand folgendes:

Angabe des Durchschnittspunktes.	Flächeninhalt.		
	des ganzen Querschnittes.	der weißen Masse.	der grauen Masse.
a) am 2ten Nerven . .	122 □'''	109 □'''	13 □'''
b) am 8ten Nerven . .	170	142	28
c) am 19ten Nerven . .	100	89	11
d) am 30sten Nerven .	146	121	25

Die Schicht weißer Masse ist also unterhalb des 8ten Spinalnerven stärker als in der Gegend des zweiten, da sie doch nach Abgabe von 7 Nervenpaaren dünner sein müßte, wenn die Nervenfasern sämmtlich vom Hirn herstammten und durch das Rückenmark bis zu ihren respectiven Austrittspunkten hindurchsetzten. Noch entscheidender widerlegt der Vergleich von d mit a die gewöhnlichen Vorstellungen vom Fasergange. Entsprängen die Rückenmarksfasern sämmtlich vom Gehirn, und kämen in den Nerven wieder zum Austritt, so würde in der Lendengegend, nachdem das Rückenmark 30 Nervenpaare abgegeben, kaum noch eine Faser übrig sein, ja es dürfte, in Betracht der Menge und Größe der Nervenwurzeln, sehr zweifelhaft erscheinen, ob das Rückenmark des Pferdes an seinem Ursprunge überhaupt stark genug wäre, um die Elemente von 84 Nerven noch neben der Kugelmasse zu enthalten [1]). Unbedingt aber müßte die Fasermasse in der Lendengegend auf ein Minimum reducirt sein, statt dessen zeigt das Rückenmark bei d mehr weiße Substanz als bei a, obschon es an letzterem Punkte ein Plus von Fasern für 28 Nervenpaare enthalten müßte.

Da die Marksubstanz, welche die Elemente der Spinalnerven enthalten würde, vom Hals gegen die Lenden hin, der Masse nach zunimmt, statt abzunehmen, so kann die Hypothese, daß alle Nerven im Gehirn entspringen, nur durch Hinzuziehung einer zweiten Hypothese gerettet werden, die indeß selbst den eifrigsten Anhängern der ersten wenig zusagen möchte. Es müßte der Volumverlust, der durch Abgabe von Fasern an die Nerven entsteht, durch eine Umwickelung der Fasern in den weiter nach unten liegenden Partien compensirt werden, und die Verknäulung müßte nach unten hin von einem Nerven zum andern in demselben Maße zunehmen, als von einem Nerven zum andern die Fasermenge abnähme! Eine derartige Hypothese würde schon ihrer überkünstlichen Construction wegen verdächtig sein, aber sie ist sogar mit der Erfahrung im Widerspruch, indem die anatomischen Untersuchungen der Medullarsubstanz durchaus auf einen geradlinigen Verlauf der Fasern hinweisen.

Wenn schon beim Pferde fraglich geworden war, ob das Rückenmark an seinem Ursprunge eine hinreichende Masse enthalte, um die Fasern aller seiner Nerven verständlich zu machen, so hatte ich doppelten Grund, dies für solche Thiere zu bezweifeln, welche wie die Schlangen eine enorme Anzahl von Spinalnerven besitzen. Bei einem schönen Exemplare von Crotalus mutus zählte ich bis zur letzten Rippe 221 Nervenpaare, und doch hatte das Rückenmark im zweiten Wirbel nur eine Durchschnittsfläche von 0,0058 □''; dies war um so auffallender, da im 221sten Wirbel, also nach Abgabe ebenso vieler Nerven-

---

[1]) Nach Gurlt hat das Pferd 42 Paar Spinalnerven.

paare das Rückenmark noch immer eine Durchschnittsfläche von 0,0016 □″ zeigte. Ich beschloß die Nerven zu messen, sie durch Rechnung in einen einzigen Cylinder zu transformiren und diesen mit dem Cylinder des Rückenmarkes zu vergleichen. Die beabsichtigte Arbeit wurde dadurch ungemein erschwert, daß die Messungen an den Nervenwurzeln gemacht werden mußten, da die Nerven bei ihrem Austritt aus dem Rückenmarkskanal eine Verstärkung durch das Neurilem erfahren, welche den bezweckten Vergleich unmöglich gemacht haben würde. Die Schwierigkeit nöthigte mich auch den Plan aufzugeben, alle Nerven einzeln zu messen, vielmehr beschränkte ich mich auf eine sorgfältige Messung von 15, welche aus den verschiedensten Regionen des Thieres entnommen waren. Aus diesen Messungen sollte dann die mittlere Größe eines Nerven berechnet und diese mit der Zahl der 221 Paare oder 442 Nerven multiplicirt werden. — Eine derartige Untersuchung kann auch bei der größten Sorgfalt nicht ohne kleine Beobachtungsfehler bleiben, und da nur der 30ste Theil der Nerven direct gemessen werden konnte, so mußte sich der hierbei gemachte Beobachtungsfehler verdreißigfachen. Es fragt sich, ob unter diesen Umständen ein zuverlässiges Resultat zu erzielen war? Ich stehe nicht an, dies zu bejahen! Zunächst ist zu bemerken, daß die Hauptquelle der Beobachtungsfehler in dem Uebersehen und Verlieren von feinen Nervenwurzeln bestand, welche im Einzelnen kaum erkennbar und um so schwerer vollständig beizutreiben waren, als das Skelet geschont werden sollte. Es ist klar, daß jeder Verlust der Art sich um das 30fache zu meinem Nachtheil multiplicirte! Daß aber solche Versehen wirllich vorkamen, wird durch die in der nachfolgenden Tabelle verzeichneten Größen des 160sten und 170sten Nerven erwiesen, welche durch ihre Kleinheit aus der Reihe fallen. Zweitens aber suchte ich mich vor Täuschung dadurch zu schützen, daß ich alle Beobachtungsfehler im Messen selbst auf eine Seite lenkte, und zwar auf die Seite, wo sie mir schaden mußten. Ich maß nämlich in allen Fällen die dünnsten Stellen der Nervenwurzeln, nicht aber die Stellen von mittlerem Durchmesser, ein Verfahren, welches wahrscheinlich ein nicht unbedeutendes Deficit in die berechnete Masse der Nervenfasern gebracht hat. — Ferner, da beim Messen der Nervenwurzeln trotz der sorgfältigsten Reinigung derselben von Zellgewebe einige fremde Elemente an und in ihnen verbleiben konnten, so trug ich Sorge, bei Messung des Rückenmarkes solche fremden Elemente lieber mehr als weniger zuzulassen. Mit anderen Worten, ich habe bei Bestimmung der Masse des Rückenmarkes weder die graue Substanz noch den Canalis centralis in Abrechnung gebracht, obschon die Nerven nur aus der weißen Masse deducirbar sind. Bedenkt man übrigens, daß die fremden Elemente, welche in die Nervenwurzeln eindringen, wie Gefäße und Zellgewebe, im Rückenmarke nicht minder vorkommen, so wird man zugeben, daß ich der von mir angegriffenen Ansicht die freigebigsten Zugeständnisse machte. Endlich aber habe ich der Masse des Rückenmarkes in der Nähe des Schädels nur die Masse der Costalnerven gegenübergestellt und habe die nicht unbeträchtliche Masse des Rückenmarkes, welche hinter der letzten Rippe lag, ganz unberücksichtigt gelassen. Gleichwohl müßten, der bekämpften Hypothese zufolge, auch die Elemente dieses Theils im Halsmark präformirt sein. Bei derartigen Vorsichtsmaßregeln konnte das Resultat der Rechnung nur zu meinem Nachtheil ausfallen. — In der folgenden Tabelle sind der Kürze wegen nur die berechneten Durchschnittsflächen der Nerven, nicht die Maße aller einzelnen Würzelchen angegeben. Die Rechnung ist von mir gemacht und von einem Sachverständigen revidirt worden:

Durchschnittsfläche des	2ten Spinalnerven		=	0,000208 □″
—	» 21sten	—	=	0,000121 »
—	» 58sten	—	=	0,000114 »
—	» 83sten	—	=	0,000207 »
—	» 111ten	—	=	0,000176 »
—	» 124sten	—	=	0,000156 »
—	» 131sten	—	=	0,000116 »
—	» 142sten	—	=	0,000168 »
—	» 149sten	—	=	0,000129 »
—	» 160sten	—	=	0,000080 »
—	» 170sten	—	=	0,000092 »
—	» 188sten	—	=	0,000157 »
—	» 213ten	—	=	0,000185 »
—	» 215ten	—	=	0,000140 »
—	» 221sten	—	=	0,000116 »
Summe der Durchschnittsflächen v. 15 Spinalnerven			=	0,002165 □″

Hiernach ist die mittlere Durchschnittsfläche eines Nerven in Crotalus mutus = 0,000144″. Legt man aber 442 Nerven von 0,000144 □″ in einen Cylinder zusammen, so beträgt die Durchschnittsfläche 0,0636″, während die Durchschnittsfläche des Halsmarkes nur 0,0058 □″ auswies. Demnach übertrifft die Masse der Nerven die des Halsmarkes m i n d e s t e n s um das 11fache, ein Ueberschuß, welcher durch die überwiegende Dicke der in den Nervenwurzeln gelegenen Fasern nicht erklärlich ist.

Wenn nun V a l e n t i n behauptet, aus anatomischen Thatsachen ergäben sich folgende Cardinalsätze: 1) das Rückenmark nähme nach und nach alle sensibeln und motorischen Wurzeln der einzelnen Rückenmarksnerven auf und übergäbe sie dem verlängerten Marke. 2) Je höher hinauf, um so größer werde die Ansammlung der Primitivfasern der verschiedenen Körpertheile in dem Rückenmarke, so vermisse ich die Thatsachen, welche jene Hypothesen bewiesen, vollständig. Im Gegentheil erweisen die mitgetheilten Erfahrungen, daß viele, wenn nicht alle, Spinalnerven vom Rückenmark selbst entspringen. Hypothetisch nehme ich an, daß der Ursprung ziemlich nahe an dem Puncte statthabe, an welchem die Nerven sich inseriren.

Diese Betrachtungsweise der Nervenursprünge, welche ich für die einzig mögliche halte, erklärt verschiedene anatomische Verhältnisse, die außerdem unverständlich bleiben. Hierher gehört die Abhängigkeit der Rückenmarksanschwellungen von den Extremitäten. Bei den Cetaceen, wo die hinteren Extremitäten fehlen, wird auch die zweite Anschwellung vermißt, bei denjenigen Wirbelthieren aber, welche sowohl der vorderen als hinteren Extremitäten entbehren, wie die Schlangen, fehlen beide. Ist endlich das eine Paar der Extremitäten verkümmert, oder umgekehrt enorm entwickelt, so entspricht diesen Verhältnissen die respective Dünne oder Dicke des Rückenmarkes, wie S e r r e s an zahlreichen Beispielen nachwies. Nach der Hypothese, welche alle Nerven vom Gehirn ableitet, müßte das Rückenmark oder mindestens die Marksubstanz desselben an den Stellen, wo die stärksten Nerven abgehen, die auffallendste und plötzlichste Verdünnung erfahren. Daß dem entgegengesetzt die Marksubstanz an den Austrittspunkten der stärksten Nerven am meisten anschwillt, zeigt deutlich, wie die von der Peripherie her eintretenden Nerven sich nur in einer kurzen Strecke an das Rückenmark anlegen. Erst mit der Erkenntniß, daß die Rückenmarksnerven vom Rückenmark entspringen, verliert der Ursprung des Beinerven sein

Paradoxes. Die letzten Wurzeln dieses Nerven entspringen in der Nähe des Brustmarkes, beim Pferde 3 Fuß unterhalb des Gehirnes. Nichts wäre unbegreiflicher, als wenn die Fasern desselben im Innern des Rückenmarkes nach unten verliefen, um unmittelbar darauf an der Außenseite desselben wieder nach oben zu steigen. Ein so zweckloser Umweg im Verlaufe eines Nerven wäre ohne Beispiel, und im vorliegenden Falle um so unverständlicher, als nach Bell's Erfahrungen der N. accessorius nur unwillkürliche Bewegungen vermittelt, und demnach eines directen Zusammenhanges mit dem Gehirn nicht zu bedürfen scheint. Für den örtlichen Ursprung der Nerven im Rückenmarke spricht auch eine Beobachtung von Ed. Weber. Dieser fand, daß die Fasern der motorischen Wurzeln transversal durch das Rückenmark dringen, und sich bis in die vordere weiße Commissur verfolgen lassen. Hiermit in Uebereinstimmung fand sich, daß die Dicke der weißen Commissur an verschiedenen Punkten des Rückenmarkes verschieden, und zwar dem Durchmesser der zunächstliegenden motorischen Wurzeln proportionel war. Ed. Weber glaubt daher, daß die motorischen Wurzeln der linken und rechten Körperhälfte entweder in jener Commissur anastomosiren, oder kammartig in einander greifen. Ein Verhältniß, welches dem Ursprunge des 4ten Nervenpaares in der Valvula cerebelli analog sein würde, welches E. H. Weber entdeckte.

C. Abhängigkeit der Nerven vom Gehirne als Centralorgan.

In einem frühern Artikel (Gehirn) ist nachgewiesen worden, wie das Gehirn das Centrum des psychischen Lebens ist, hierauf zurückzukommen wäre überflüssig. Um zu finden, welche anderen Lebensthätigkeiten an die Gegenwart des Hirns gebunden sind, versuchte man dasselbe bei Thieren wegzunehmen, welche, wie die Amphibien und jungen Säuger, eine solche Operation einige Zeit überleben können. Nächst dem Verschwinden der willkürlichen Bewegung ist die auffallendste Folge der Enthirnung das plötzliche und vollständige Aufhören der Athembewegung. Schon Le Gallois zeigte, daß nur ein kleiner Theil des Gehirnes, das verlängerte Mark, der Mittelpunkt dieser Bewegungen sei. Wenn man das große und kleine Gehirn exstirpirt und nur das verlängerte Mark unverletzt erhält, so dauert das Athmen fort, verfährt man dagegen umgekehrt und zerstört dasselbe mit sorgfältigster Schonung aller übrigen Theile, so geht das Athmen unfehlbar verloren. Köpft man das Thier, so athmet der Kopf, aber nicht der Rumpf, und durchschneidet man das Rückenmark, so athmen die Theile oberhalb des Schnittes, welche noch mit dem verlängerten Marke zusammenhängen, dagegen nicht die Theile unterhalb des Schnittes, die nun von ihm getrennt sind. Das Gesetz, daß kein Muskel an der Athembewegung Theil nehme, dessen Zusammenhang mit der Medulla oblongata aufgehoben ist, leidet keine Ausnahme. Zwar hat Valentin bemerkt, daß das Zwerchfell auch nach Durchschneidung der N. phrenici noch anhaltende Bewegungen mache, aber diese Bewegungen hängen vom Luftreiz ab, und haben kaum eine entfernte Aehnlichkeit mit den respiratorischen. Denn erstens bestehen sie vielmehr in regellosen, auf einzelne Muskelbündel beschränkten Bewegungen als in rhythmischen, die Totalität des Muskels ergreifenden Contractionen; zweitens verbinden sich diese Contractionen nicht mehr mit denen der übrigen Inspirationsmuskeln, worauf hier Alles ankommt, wo es sich um den Einfluß des Centralorgans, als eines regulatorischen Apparates, handelt. Daß jene Bewegungen des Zwerchfells nicht selbstständige Athembewegungen sind, ergiebt sich auch daraus, daß sie nicht ohne den Reiz der Luft eintreten. Oeffnet man den Brustkasten sehr rasch und durchschneidet die phrenici, so hören die Bewe-

gungen des Zwerchfells plötzlich auf, der Muskel ist vollkommen ruhig, aber nach einiger Zeit fängt er an zu zittern und noch später entsteht eine starke, unregelmäßig wogende Bewegung. Enthirnt man neugeborne Säugethiere, so pflegt dem Tode eine langsame und tiefe Respiration mit sehr gewaltsamer Abdominalathmung vorauszugehen. Schneidet man in dieser Periode die Zwerchfellnerven am Halse durch, so dauern die tiefen Inspirationen fort, aber der Bauch wird dabei nicht mehr aufgetrieben, offenbar weil die Contraction des Zwerchfells fehlt, welches die Eingeweide vor sich herschiebt. Oeffnet man zum Ueberfluß noch die Brusthöhle und betrachtet das Zwerchfell, so sieht man, daß ihm die eigene Bewegung ganz fehlt, es wird beim Einathmen nicht contrahirt, sondern durch das Aufsteigen des Brustkastens extendirt. Es behält also der von Le Gallois aufgestellte Lehrsatz seine volle Geltung, und die Beobachtung Valentin's würde vollkommen mißverstanden werden, wenn man sie als einen Beweis betrachtete, daß durchschnittene Nerven noch selbstständig fungiren könnten, nicht minder, wenn man aus ihr folgerte, daß Nerven auch ohne Mitwirkung der Centralorgane und nur auf Anlaß äußerer Reize zur Production planmäßig geordneter Bewegungen befähigt wären. Erwägt man, daß im System der animalen Muskeln nur die willkürlichen und die Athembewegungen selbstständig und ohne Zuthun äußerer Reize zu Stande kommen, so erkennen wir im Gehirne den Ausgangspunkt aller jener Reize, welche die animalen Muskeln von innen her in Bewegung setzen.

Bei weiterer Prüfung findet sich, daß das Gehirn und namentlich das verlängerte Mark auch die Grundbedingung des Reflexes und des Tonus in der Sphäre aller derjenigen Muskeln ist, welche vom Gehirne ihre Nerven erhalten. Nimmt man das große und kleine Gehirn hinweg, so behalten die Kopfmuskeln noch ihre Spannung, und man kann durch Reizung der Bindehaut des Auges ein Blinzeln, oder durch Reizung des Schlundes ein Schlucken erregen. Mit Zerstörung des verlängerten Markes hören alle diese Nervenwirkungen augenblicklich auf.

Hiermit ist die Reihe der Thätigkeiten, welche im Gehirne die Grundbedingung ihres Wirkens finden, bereits geschlossen. Freilich kommen mit der Enthirnung noch viele Functionen in Wegfall, die hier nicht genannt wurden, aber sie verschwinden nur allmälig und secundärer Weise, nämlich in Folge der vernichteten Respiration und des zu rohen operativen Eingriffs. Daher kommt es, daß in Acephalen, bei welchen das Gehirn durch pathologische Processe allmälig aufgelös't wird, und wo die Oxygenation des Blutes durch Vermittlung der Mutter fortgeht, eine Menge Lebensprocesse ihren ungestörten Fortgang haben, welche bei Vivisectionen schnell untergehen, und deren Verschwinden oft zu voreilig auf die Entfernung des Gehirns bezogen wurde.

D. Abhängigkeit der Nerven vom Rückenmarke als Centralorgan.

Das Rückenmark ist die Grundbedingung der reflectorischen Thätigkeit in allen Muskeln, welche von Spinalnerven versorgt werden. Indem das Reflexvermögen nach dem Köpfen der Thiere ziemlich schnell verschwindet, so könnte fraglich scheinen, ob es nicht das Residuum einer Kraft sei, die vom Gehirn aus dem Rückenmarke mitgetheilt werde. Dies ist entschieden nicht der Fall. Die Reflexbewegungen verschwinden nach der Enthauptung nur darum so rasch, weil diese Asphyxie veranlaßt. Schneidet man das Rückenmark der Quere nach durch, so bleibt das Reflexvermögen in den Theilen, welche des Zusammenhanges mit dem Gehirne beraubt sind, oft lange Zeit unverändert. So sah Stilling, nachdem er diese Operation bei Fröschen ausgeführt

hatte, die Reflexbewegungen in den hinteren Extremitäten 6 Monate lang fortbestehen.

Zerstört man dagegen das Rückenmark, so verlischt das Reflexvermögen augenblicklich. Dasselbe gilt nach M. Hall's wichtiger Entdeckung vom Tonus. So lange das Rückenmark lebt, sind alle Muskeln, die es mit Nerven versorgt, in einer gewissen Spannung, selbst während des Schlafes und während der Ohnmacht. Diese Spannung beruht auf einer activen Contraction, die nur darum nicht in Bewegung ausschlägt, weil sie in allen Muskeln gleichzeitig wirkt, so daß die Antagonisten sich gegenseitig im Zaume halten. Daß der Tonus eine active Contraction sei, beweis't das Schiefwerden des Körpers bei einseitiger Lähmung, die nicht gelähmten Muskeln ziehen nämlich die widerstandslosen Theile nach ihrer Seite. Bei enthaupteten Amphibien und in den hinteren Extremitäten der warmblütigen Thiere, denen man das Rückenmark durchschnitten hat, dauert der Tonus fort; die Muskeln zeigen nicht selten eine kräftige Spannung und die Sphincteren bleiben geschlossen. M. Hall injicirte den Darm einer geköpften Schildkröte vom Schlunde aus mit Wasser, und dieses ging durch den After nicht ab; sobald er aber das Rückenmark zerstörte, öffnete sich der Schließmuskel, das Wasser floß ab und alle Muskeln erschienen schlaff. Ebenso verschwindet der Tonus augenblicklich, wenn man die motorischen Wurzeln durchschneidet, dagegen gar nicht oder doch spät und nur in Folge gestörter Nutrition bei Durchschneidung der sensibeln Nerven. Hiernach ist Stilling's Irrthum zu berichtigen, welcher den Tonus von den sensiblen Wurzeln ableitet [1]). Wäre dies richtig, so müßte Durchschneidung des 5ten Paares Verzerrung des Gesichtes hervorbringen, während nur Trennung des facialis Entstellung nach sich zieht.

Erwägt man, daß eine dauernde Contraction im Wesentlichen nichts Anderes ist, als viele einzelne Contractionen, die in unendlich kurzen Zeiträumen sich folgen, und berücksichtigt man, daß jede vereinzelte Contraction, die uns ein Bewegungsphänomen vorführt, nicht ohne eine motorische Ursache zu Stande kommen kann, so werden wir zugeben müssen, daß auch vom Rückenmarke wie vom Gehirne motorische Reize ausgehen. Der Unterschied zwischen Gehirn und Rückenmark in Bezug auf die motorischen Impulse ist nur der, daß das Gehirn befähigt ist, diese Impulse zu differenziren, wodurch ein Wechsel des Contractionszustandes und folglich Bewegung gesetzt wird, während das Rückenmark, welches nicht im Stande ist, die von ihm ausgehenden Reize in auffälliger Weise zu verändern, eine gehaltene Spannung veranlaßt [2]).

---

[1]) Roser's und Wunderlich's Archiv. I. 98.

[2]) Schon Henle hat den Muskeltonus als eine stetige und mäßige Erregung aufgefaßt. Daß diese stetige Erregung von continuirlich aufeinander folgenden Reizen abhänge, wird dadurch bewiesen, daß man den Muskeltonus, welcher nach Durchschneidung eines Nerven verloren gegangen ist, durch schnell aufeinander folgende Reize wieder herstellen kann. Dies geschieht, wenn man den durchschnittenen motorischen Nerven einem schwachen Strome des magneto-elektrischen Rotationsapparates aussetzt. Die Reize folgen bei hinreichend schneller Umdrehung des Rades der Maschine so schnell aufeinander, daß die Wirkung des zweiten beginnt, ehe die des ersten aufhört. Eben so rasch wenigstens müssen die motorischen Impulse des Rückenmarkes aufeinander folgen, um die unaufhörliche Contraction, die wir Tonus nennen, hervorzubringen.. Folgen sich die Reize nicht mit hinreichender Schnelligkeit, so wird Zeit für Relaxation des Muskels gegeben, worauf das Zittern alter und kranker Personen beruhen dürfte. In der That kann man Zittern experimentel dadurch herstellen, daß man das Rückenmark eines geköpften Thieres in den schwach wirkenden Strom eines magneto-elektrischen Apparates bringt und das Rad etwas langsamer umdreht.

So verhält es sich wenigstens im Allgemeinen, doch habe ich die Entdeckung gemacht, daß das Rückenmark des Frosches die Grundbedingung der rhytmischen Bewegung der Lymphherzen ist. Die Pulsation derselben dauert nach der Enthauptung ungestört fort, hört dagegen mit der Zerstörung des Rückenmarkes augenblicklich auf. Zwar treten nach einiger Zeit wieder zuckende Bewegungen ein, aber diese unterscheiden sich durch Kleinheit und Unregelmäßigkeit sehr deutlich von den vorhergehenden normalen Pulsationen. Sie sind Reizbewegungen, welche oft in wenigen Minuten, immer ziemlich bald, vorüber gehen, und welche sich zu den regelmäßigen Pulsen ebenso verhalten, wie die Zuckungen des ausgeschnittenen Zwerchfells zu dessen Athembewegungen. Wie nun die Athembewegungen in unbedingter Abhängigkeit von der Medulla oblongata stehen, so hängt die Bewegung der Lymphherzen von der Existenz zweier kleinen, ziemlich fest umschriebenen Stellen des Rückenmarkes ab. Die vorderen Lymphherzen, welche an den Spitzen der Querfortsätze des 3ten Wirbels liegen, hängen von der Partie des Rückenmarkes ab, welche den 3ten Wirbel einnimmt, die hinteren Lymphherzen dagegen, welche in der Nähe des Afters angebracht sind, werden durch die Partie des Markes regiert, welche sich in der Gegend des 7ten und 8ten Wirbels befindet. Zerstört man die eine oder die andere dieser Stellen einzeln, so hört die Pulsation in dem einen oder dem andern Herzpaare augenblicklich auf, und umgekehrt dauert die Pulsation unter günstigen Umständen längere Zeit fort, wenn bei Zerstörung des Rückenmarkes nur diese Stellen verschont bleiben [1]). Man darf vermuthen, daß das Rückenmark bei allen Thieren, welche Lymphherzen haben, die Grundbedingung der rhythmischen Bewegungen dieser enthalte, wodurch sein Charakter als Centralorgan ungleich schärfer hervortritt.

An geköpften Thieren, besonders an Schlangen, kommen Bewegungen vor, welche zweifelhaft machen können, ob nicht das Rückenmark im Allgemeinen das Vermögen besitze, Bewegungen auch ohne Mitwirkung äußerer Reize einzuleiten. Säugethiere und Vögel vollziehen nach Wegnahme des Kopfes bisweilen noch Bewegungen, welche von einigen Forschern sogar für psychischen Ursprungs gehalten wurden, und geköpfte Schlangen machen stundenlang die lebhaftesten Windungen und Drehungen, scheinbar ohne allen äußern Anlaß. Dessenungeachtet bin ich nicht geneigt, diese Bewegungen zu der Classe derer zu rechnen, welche entstehen, weil in dem Rückenmarke und durch dasselbe die hier erforderlichen Reize frei werden. Denn bei den Bewegungen aus inneren Ursachen, wie bei denen der Willkühr, des Athmens, des Herzschlags u. s. w., ist immer sehr klar, wie sie in den Gang des organischen Geschehens, als integrirende Functionen, hineingehören, bei den Convulsionen nach der Enthauptung ist dies wenig oder gar nicht der Fall. Mir ist wahrscheinlicher, daß jene Bewegungen von äußeren Reizen abhängen, welche nicht sowohl die Nerven als das Rückenmark selbst treffen, also ein Organ, wo die motorischen Fasern schon mehr oder weniger passend geordnet beisammen liegen, und zur Erzeugung einigermaßen geregelter Bewegungen den mechanischen Anlaß geben. Solche äußere Reize sind vielleicht die Einwirkungen der Luft auf die Wundfläche, und noch wahrscheinlicher die mancherlei mechanischen Impulse, welche das Ausströmen des Blutes und die Contractionen der Muskel- und Gefäß-Faser mit sich bringen müssen. Theilweise erklären sich jene Bewegungen auch durch das

---

[1]) Die Richtigkeit dieser Beobachtungen, welche ich in Müller's Archiv 1844, S. 419 ausführlich beschrieben habe, ist von Valentin, Physiologie II. 769, geleugnet, aber in einem Nachtrage zu diesem Werke anerkannt worden.

ungleichzeitige Sterben der motorischen Rückenmarksbündel, denn die noch lebenden Muskeln werden in dem Augenblick eine Bewegung ausführen müssen, wo der Theil des Rückenmarkes stirbt, welcher in ihren Antagonisten den Tonus erzeugt. Wir haben oben das Wesen des Centralorganes darin gesucht, daß es die elementaren Nervenkräfte in höheren Formen combinire und so zur Entstehung organischer Resultanten Gelegenheit gebe. Alles, was im Vorhergehenden sich als Resultat der Hirn- und Rückenmarks-Thätigkeit ergeben hat, bestätigt diese Begriffsbestimmung. Das Gehirn combinirt die einfachen Empfindungen zu Vorstellungen und die Contractionen einzelner Muskeln zu willkürlichen Ortsbewegungen. Das Rückenmark, wenn wir die Medulla oblongata ihm zurechnen, combinirt die Thätigkeit respiratorischer Muskeln zur Einheit des Athmens und associirt die Thätigkeit centripetaler Nerven mit den Wirkungen der motorischen zu Reflexactionen. Es wird sich im Verlaufe dieser Abhandlung als unzweifelhaftes Resultat herausstellen, was in dem Vorhergehenden schon vielfältig angedeutet ist, daß solche Combinationen durchaus nur von Centralorganen, niemals aber von einfachen Nervensträngen ausgehen können. In der Sphäre der Empfindungen versteht sich dies von selbst, da der vereinzelte Nervenstrang des Empfindens gar nicht fähig ist, in der Sphäre der Bewegungen aber beweisen dies die Reizversuche an motorischen Nerven auf das Entschiedenste. Recht gut drückt Flourens sich hierüber aus, wenn er sagt: die Reizung eines Nerven, welcher von seinem Centralorgane getrennt wurde, beschränkt sich darauf, vereinzelte und zuckende Bewegungen in den Muskeln hervorzurufen, in welchen er sich ausbreitet. Zwischen solchen unregelmäßigen Zuckungen und den regelmäßigen, zu einem geordneten Ganzen verbundenen Bewegungen ist ein großer Unterschied. Die Muskelcontractionen sind nur die Elemente dieser geordneten Bewegungen und nicht im Nerven wohnt das Princip, welches ordnet und regelt [1].

E. Unabhängigkeit animaler Nerven vom Gehirne und Rückenmarke.

Mit Zerstörung des Hirns und Rückenmarkes sind eine Menge Functionen des Nervensystems verloren gegangen, aber eine Menge anderer bleibt noch übrig. Betrachten wir zuerst die animalen Nerven, so zeigt sich, daß Reizung derselben Zuckungen in den Muskeln verursacht, sie sind also noch lebensthätig.

Man pflegt anzunehmen, daß dieses motorische Vermögen nur das Residuum einer Kraft sei, welche von den großen Nervenmassen herstamme. Wenn man einen Nerven durchschneidet, und die Regeneration verhindert, so tritt nach einigen Wochen eine merkliche Verminderung der Muskelreizbarkeit ein, und später verliert sie sich nach den Beobachtungen von Fowler, Müller, Sticker, Steinrück und Valentin ganz. Auch zugegeben, daß diese Regel ohne Ausnahme sei, so bleibt doch die Deutung des Factums zweifelhaft [2]. Man kann mit M. Hall annehmen, die motorische Kraft sei ein Product des Rückenmarkes und werde von diesem auf die Nerven übergetragen, aber man kann auch annehmen, die motorische Kraft sei die specifische Lebensenergie des Nerven, die nicht minder an dem Orte entstehe, wo sie wirkt, als der Nerv sich materiel da entwickelt, wo er verläuft. Nach der einen Ansicht ist das Ver-

---

[1]) Recherches exp. sur le syst. nerveux. Sec. edit. pag. 27.

[2]) Nasse sah im durchschnittenen Hüftnerven der Frösche die Reizbarkeit 6 Wochen lang sinken, dann aber wieder steigen (Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie I. 95.). Und Bidder sah 10 Wochen nach vollkommener Zerstörung des Rückenmarkes die Muskeln in Folge äußerer Reize zucken (Müller's Archiv. 1844.)

schwinden der Reizbarkeit dem Versiegen eines Stromes vergleichbar, dem man die nährenden Quellen abgeschnitten, nach der andern ist es eine Störung der Function, die durch den Eingriff in die Structur bedingt und gefordert ist.

Ich kann nicht leugnen, daß ich die letzte Ansicht für ebenso einfach und naturgemäß, als die andere für gezwungen und unwahrscheinlich halte. Man darf fragen: warum erschöpft sich die motorische Kraft, wenn sie vom Rückenmarke zuströmt, so spät, und warum verschwindet sie nicht nach Analogie des Tonus im Momente der Nerventrennung? Der Tonus verschwindet nach Zerschneidung der Nerven augenblicklich, unstreitig darum, weil er nicht auf einer von dem Rückenmarke einströmenden Materie beruht, mit welcher der durchschnittene Nerv noch eine Zeit lang haushalten könnte, sondern auf einer Lebensthätigkeit der peripherischen Nervenfaser, welche durch eine Lebensaction des Rückenmarkes vermittelt ist. Sollte nun die Reizbarkeit vom Rückenmarke abhängen und doch nach Durchschneidung des Nerven fortdaueru, so wäre man zu der Hypothese genöthigt, das Rückenmark gäbe dem Nerven etwas Stoffiges, eine Vermuthung, die durch keine Erfahrung unterstützt wird. Noch bedenklicher ist der Umstand, daß auch im durchschnittenen Nerven die erschöpfte motorische Kraft sich wieder erholt und steigert! Reizt man nämlich einen durchschnittenen Bewegungsnerven so lange, bis alle Reactionen im Muskel aufhören, so bedarf es oft nur einiger Ruhe, um die Erregbarkeit wieder herzustellen. Diese Thatsache zeigt ganz direct, daß die bewegende Kraft eine Eigenschaft des Nerven und das Product einer localen Nutrition sei.

Sehr entscheidend ist endlich auch die Erfahrung L o n g e t's, daß die Irritabilität der Gesichtsmuskeln des Hundes nicht nach Durchschneidung des facialis, sondern des trigeminus verschwinde. Es versteht sich von selbst, daß nur der erstere als der motorische Nerv, der Hypothese entsprechend geladen sein könnte. Daß aber Durchschneidung des infraorbitalis die Muskelreizbarkeit aufhebt, ist einfach daraus verständlich, daß dieser Ast es ist, welchen die organischen Nervenfasern den Muskeln des Gesichts zuführt, und hiermit das Ernährungsgeschäft regelt.

Die Hypothese vom Geladenwerden der Nerven, vom Rückenmarke aus, ist in jedem Bezuge unwahrscheinlich, und kann um so füglicher aufgegeben werden, als es einer Hypothese im vorligenden Falle gar nicht bedarf. Der durchschnittene Nerv verliert seine Reizbarkeit nicht, weil er vom Rückermarke getrennt, sondern weil er überhaupt getrennt, und hierbei destruirt wird. In der That haben die mikroskopischen Beobachtungen erwiesen, daß die Fasern durchschnittener Nerven nicht selten verkümmern, und R e i d fand, daß die Muskeln auf der operirten Seite eines Kaninchens nur die Hälfte von dem Gewichte der entsprechenden Muskeln auf der gesunden Seite hatten.

Ich habe der Widerlegung einer Hypothese so viel Raum gewidmet, nicht weil ich sie für überflüssig, sondern weil ich sie für störend halte. Sie verrückt den Standpunkt, von welchem aus wir die Centralorgane zu betrachten haben, indem sie dieselben als Mächte darstellt, von welchen die primitiven Kräfte den Elementartheilen des Nervensystems zufließen. Aber Gehirn und Rückenmark würden mit leblosen Nerven gar nichts ausrichten, vielmehr müßte der Nerv seine einfachen Lebenseigenschaften schon besitzen, wenn jene als Centralorgane sich bethätigen sollten. Die Centralorgane sind die regierenden Häupter, die mit den Kräften der Unterthanen schalten, nicht aber sie produciren, wie jene consumiren sie Kräfte, und den Regierten kommt es zu, für ihre Erhaltung fein selbst zu sorgen.

F. Unabhängigkeit des Sympathicus vom Gehirn und Rückenmarke in anatomischer Beziehung.

Wie oben gezeigt wurde, daß nicht alle Cerebrospinalnerven vom Gehirn entspringen, so soll hier gezeigt werden, daß nicht alle sympathischen Nerven vom Gehirn oder auch nur vom Rückenmarke abgeleitet werden können. Der Beweis ist von der Vorfrage abhängig, was man sympathische Fasern nennen wolle und dürfe.

Durch die Untersuchungen, die ich gemeinschaftlich mit Bidder angestellt habe, dürfte erwiesen sein, daß in den Nervensträngen zwei specifisch verschiedene Classen von Nervenfäden vorkommen, welche wir cerebrospinale und sympathische nennen[1]).

Die Cerebrospinalfasern erscheinen, wenn sie nicht vollkommen frisch sind, und selbst dann gewöhnlich, mit doppelten Conturen, wodurch sie das Ansehen mehr oder weniger dickwandiger Röhren gewinnen, die sympathischen Fasern dagegen erscheinen fast immer, und selbst lange nach dem Tode, mit einfachen Conturen, daher sie fast nie das Ansehen von Röhren, sondern von soliden Cylindern haben. — Erstere enthalten, wenn sie nicht vollkommen frisch sind, und selbst dann nicht selten, einen scheinbar bröcklichen Stoff, während in letzteren gewöhnlich gar kein Inhalt sichtbar ist. — Die Cerebrospinalfasern haben, wenn sie in Strängen beisammen liegen, immer ein weißes Ansehen; die sympathischen in gleichem Falle oft ein graues, und dieser Farbenunterschied scheint in manchen Fällen von Zumischung fremder Formelemente unabhängig. Die Cerebrospinalfasern sind in der Regel über doppelt so dick, als die sympathischen, und haben die entschiedenste Tendenz, von den Centralorganen aus peripherisch zu verlaufen. Denn wenn Cerebrospinalfasern aus einer Nervenbahn in eine andere übergehen, so nehmen sie auch in dieser, mit sehr seltenen Ausnahmen, ihre Richtung zur Peripherie hin. Wenn dagegen sympathische Fasern in eine fremde Nervenbahn übertreten, so verlaufen sie in dieser ebenso oft central, als peripherisch.

Von diesen beiden Faserclassen haben wir die mit dünnen Fäden, obschon sie in allen Nerven nachweisbar ist und von den verschiedensten Punkten des Nervensystems entspringt, die sympathische genannt, ein Name, auf welchen wir kein Gewicht legten, und welchen wir nur wählten, weil der N. sympathicus der Anatomen beinahe ausschließlich aus Fäden besteht, welche alle Merkmale dieser dünnen Faserclasse erkennen lassen. Umgekehrt nannten wir die dickere Faserclasse die cerebrospinale, weil sie in den Cerebrospinalnerven, bevor sie sich mit dem Sympathicus vermischt haben, im Allgemeinen vorherrscht. Wir halten die dünnen Fasern in den Hirn- und Rückenmarksnerven nicht für zufällig verdünnte animale, und die vereinzelten dicken Nervenröhren in den sympathischen Zweigen nicht für zufällig verdickte sympathische Nervenfasern, vielmehr betrachten wir die dicken und die dünnen Nervenfasern für etwas der Art nach Verschiedenes. Folgende Thatsachen unterstützen diese Ansicht.

1) Zwischen den dünnen und den dicken Primitivfäden, die in einem Nerven neben einander liegen, und welche sich demnach unter gleichen Nutritionsverhältnissen finden, besteht eine Lücke nicht vorkommender Faserdimensionen, d. h. die dicksten Exemplare der dünnen Classe sind oft beträchtlich feiner,

---

[1]) Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen von J. H. Bidder u. A. W. Volkmann. Leipzig 1842.

als die dünnsten Exemplare der dicken Classe. Nur in den äußersten Enden der Nerven scheint die eben erwähnte Lücke bisweilen zu fehlen, indem die animalen Fasern daselbst feiner werden. In einem Hautnerven des Menschen z. B. fanden sich einerseits Nervenfäden, deren Durchmesser zwischen 0,00018″ bis 0,00025″ schwankte, andererseits Fasern, welche 0,00047″ bis 0,00066″ maßen, es fehlten also die mittleren Dimensionen von 0,00026″ bis 0,00046″. Wären die dünnen und die dicken Fasern, die hier neben einander liegen, weiter nichts als extreme Größen einer und derselben Faserclasse, so dürften die mittleren Größen nicht nur nicht fehlen, sondern müßten nach dem allgemein gültigen Naturgesetze, daß Körper von mittleren Dimensionen sich leichter und häufiger bilden, als Körper von kleinsten und größten Durchmessern nothwendig präponderiren. Das Fehlen der Mittelgrößen weis't daher auf eine doppelte Species von dünnen und dicken Fasern hin, und dies um so evidenter, da sich in jeder dieser Classen eine respective Mittelgröße nachweisen läßt, welche, wie Zählungen darthun, am häufigsten vorkommen[1]).

2) An Stellen, wo die Cerebrospinalnerven mit sympathischen Zweigen communiciren, sieht man bei mikroskopischer Untersuchung auf das Deutlichste, wie es der Sympathicus ist, welcher den Cerebrospinalnerven unzählige feine Fasern zuführt, und wie es umgekehrt diese sind, welche sich mit vereinzelten, dicken, röhrenförmigen Fasern in den Sympathicus einsenken. In guten Präparaten lassen sich die Fasern, die aus einer Nervenbahn in die andere übergehen, oft durch eine ansehnliche Strecke mikroskopisch verfolgen, und wo immer dies möglich ist, bemerkt man, daß jede Faser beim Eintreten in eine andere Nervenbahn ihre respectiven Eigenschaften beibehält.

3) In den Cruralnerven des Frosches zeigt sich, daß die Quantität der in ihnen befindlichen feinen Fasern, mit der Quantität der vom Sympathicus zugeführten Elemente in genauer Proportion steht, ja in einzelnen günstigen Fällen läßt sich dies sogar durch Zählung der Fasern mit fast absoluter Bestimmtheit nachweisen.

4) Die große Uebereinstimmung der Quantität der feinen Fasern, die in einem Cerebrospinalnerven vorkommen, mit der Quantität der feinen Fasern, die ihm durch einen sympathischen Verbindungsast zugeführt werden, nöthigt in manchen Fällen zu der Annahme, daß die feinen Fasern, die sich ferner von der Eintrittsstelle befinden, die wirklichen Fortsetzungen der eingetretenen sympathischen Fäden sind, und ergänzt auf diese Weise die mikroskopische Beobachtung, welche die Continuität der Fasern allerdings nur durch verhältnißmäßig kurze Strecken verfolgen kann. Aus diesem Grunde ist man berechtigt anzunehmen, daß die sympathischen Fasern, welche in fremde Nervenbahnen eintreten, ihre speciellen Charaktere nicht wieder aufgeben, ein Umstand, der wesentlich beweisen hilft, daß es sich hier um ein immanent Bedingtes und nicht bloß um äußere und zufällige Differenzen handle.

5) Dünne Fasern kommen zwar auch in den Centralorganen vor, aber diese unterscheiden sich selbst wieder durch ihre auffallende Neigung, Varicositäten zu bilden, durch ihre außerordentliche Zerreißbarkeit und durch die Eigenthümlichkeit ihrer Leitungsverhälnisse. Die dünnen Fasern der Centralorgane, weit entfernt zu beweisen, daß die dünnen und dicken Fasern der Nervenstränge in eine Classe zusammengeworfen werden müssen, bilden selbst die dritte.

6) Unsere sympathischen Fasern können auch außerhalb der Centralorgane

---

[1]) Man vergleiche meinen Aufsatz in Müller's Archiv. 1844. 5. 9.

d. h. außerhalb des Hirns und Rückenmarkes entspringen, die animalen Fasern nicht, wovon unten ausführlicher.

7) In der pia mater des Gehirns und Rückenmarkes finden sich nach Purkinje's Entdeckung zahlreiche Nerven, welche nur dünne Fasern enthalten und nicht aus den Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven entspringen. Dies ist sehr wohl verständlich, wenn die dünnen Nervenfäden zum sympathischen Systeme gehören und specifische Eigenschaften besitzen. Wären sie dagegen nur verdünnte Exemplare der dicken Faserclasse, so begriffe man die Regelmäßigkeit nicht, mit welcher sie durch die Intervertebrallöcher nach außen gingen, um nach einem nutzlosen Umwege wieder nach innen zu treten.

8) Die dicken und die dünnen Fasern mischen sich in verschiedenen Nerven nach bestimmten Zahlenverhältnissen, und in den Nerven einiger Organe wenigstens mit so fester Gesetzlichkeit, daß auf eine gewisse Verschiedenheit in den Functionen derselben mit vollem Rechte gefolgert werden darf. Da ich auch hierauf zurückzukommen genöthigt bin, so erwähne ich nur beispielsweise, daß in den Stämmen der spontan motorischen Nerven aller Wirbelthiere die Menge der dünnen Fasern zu der Menge der dicken sich annäherungsweise wie 1 : 10 verhält, während in den Bewegungsnerven, welche dem Willensreiz verschlossen sind, die dünnen Fasern fast ausschließlich vorkommen.

Die im Vorhergehenden bemerkten Unterschiede sind ein Thatsächliches, desses Bedeutung dadurch nicht beseitigt werden kann, daß neben den Verschiedenheiten Uebereinstimmungen, und in den Verschiedenheiten Uebergänge vorkommen. Bidder und ich haben mit Bezug auf die Unterschiede die Fasern der Nerven in zwei Classen getheilt, ist es Anderen bequemer, sie mit Bezug auf die Analogien und Uebergänge in eine Classe zu bringen, so werden wir dies so lange für ziemlich gleichgültig halten, als man die bestehenden Differenzen uns eben so offen zugiebt, als wir die bestehenden Uebergänge in unserer Arbeit gewissenhaft verzeichnet haben.

Unsere sympathischen Fasern sind nicht Zellgewebefasern, wie Valentin einwirft[1]), denn ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,00016″ und 0,00025″, während die Zellgewebefäden um das Doppelte und selbst um das Dreifache feiner sind. Auch ist der Habitus beider ganz verschieden. Die Zellgewebefäden verlaufen geschlängelt und ihre Bündel kreuzen sich nicht selten in großen Winkeln, während die sympathischen Fasern viel gerader und in ziemlich strengem Parallelismus verlaufen. Hierzu kommt, daß die Fäden, die wir sympathische nennen, diejenigen Elemente sind, welche den Sympathicus der Frösche und Fische fast ausschließlich zusammensetzen, und auch in den meisten sympathischen Zweigen der Warmblütigen auf das Entschiedenste vorherrschen. — Unsere sympathischen Fasern sind auch nicht identisch mit denjenigen Fäden, welche Remak als organische Nervenfäden beschrieben und abgebildet hat[2]), obschon Remak und Joh. Müller dies annehmen. Die Untersuchungen von Reichert und Kölliker, aber vielleicht mehr noch die Zugeständnisse von Valentin, welche er als Beilage zu seinem Handbuche veröffentlicht hat, lassen hierüber schwerlich noch Zweifel übrig. Wäre dem nicht so, so würde ich mich auf den Mikrometer als den parteilosen und untrüglichen Schiedsrichter in dieser Angelegenheit berufen. Remak's organische Fasern erscheinen

---

[1]) Repertorium. 1843. — In dem Anhange zu seiner Physiologie hat Valentin diesen Einwurf zurückgenommen.

[2]) Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berol. 1838.

in den Zeichnungen, die er eigenhändig verfertigt, wohl zehnmal feiner, als die cerebrospinalen, und haben bei 200maliger Vergrößerung noch keinen erkennbaren Durchmesser. Dagegen sind unsere sympathischen Fäden nur um das Doppelte und Dreifache dünner, als die cerebrospinalen, und zeigen bei 200facher Vergrößerung einen Duchmesser von $1/_{28}''$ Par. Remak's organische Fasern gleichen im Durchmesser den feinsten Zellgewebefäden; sie schwellen häufig zu Knötchen an (§. 6.), und selbst die Primitivfäden haben eine große Neigung sich zu verzweigen (§. 9. und Beschreibung der 2ten Fig.). Beide Eigenthümlichkeiten werden in unseren sympathischen Fasern nie gefunden. Die Eigenschaften der organischen Fasern Remak's sind von denen der Nervenfasern so vollkommen verschieden, daß jeder Grund fehlt, sie diesen zuzuzählen. Valentin hat wahrscheinlich gemacht, daß Remak's Fasern zum Zellgewebe gehören, und die Untersuchungen von Bidder und mir (a. a. O. §. 12. u. 13.), wie auch die neueren von Reichert und Kölliker bestätigen diese Ansicht[1]).

Die ersten sympathischen Fasern, deren Merkmale wir in Uebereinstimmung mit den früheren Untersuchungen von Purkinje, Rosenthal und Pappenheim, oben angegeben haben, entspringen nicht ausschließlich von den großen Nervenmassen, sondern theilweise von den Ganglien.

Der Sympathicus anastomosirt mit allen Cerebrospinalnerven, die 3 höheren Sinnesnerven ausgenommen, und verbindet sich namentlich durch feine Fäden mit den Rückenmarksnerven. Diese Verbindungsfäden wurden herkömmlich für die Wurzeln des Sympathicus gehalten. Ausgezeichnete Anatomen, wie Skarpa, Wutzer, Retzius, Müller und Meyer hatten feine Zweige oder Bündel dieser Verbindungsstränge bis in die hinteren und die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven verfolgt, und man hielt dies für einen Beweis, daß vom Rückenmarke aus sensible und motorische Fasern dem Sympathicus zuflößen. Dies bewiesen indeß jene Anastomosen nicht, denn man hatte unterlassen, sich durch mikroskopische Untersuchung zu vergewissern, ob die sympathischen Fasern des Verbindungsastes in der Bahn des Rückenmarksnerven auch eine centrale Richtung nahmen, wie man aus theoretischen Gründen voraussetzte. Mit Benutzung des Mikroskopes gelang es mir, zu zeigen[2]), daß sich die sympathischen Verbindungsäste des Frosches an der Stelle, wo sie mit den Rückenmarksnerven zusammenhängen, in 2 Faserbündel theilen, deren eins sich gegen die Wurzel des Nerven, das andere aber nach dessen Peripherie wendete,

---

[1]) Remak hat in vielen Fällen die ächten sympathischen Fasern allerdings gesehen, und hat daher in seiner Untersuchung des innern Baues der Cerebrospinalnerven (Müller's Archiv. 1836. S. 145.) über die Vermischung der dünnen und dicken Fasern in den Nerven manche ganz richtige Bemerkungen gemacht. Allein Remak hat einerseits die dünnen, d. h. die ächten sympathischen Fasern, für in der Entwicklung begriffene Medullarfasern gehalten (in der erwähnten Abhandlung), andererseits ganz fremdartige, dem Zellgewebe zugehörige Elemente als die eigentlich sympathischen geschildert (Observat. anat.), und hat dadurch die Lehre vom Sympathicus eine Zeit lang in große Verwirrung gebracht. — Das 5. Heft von Müller's Archiv. 1845, welches so eben in meine Hände kommt, enthält einen Auffatz von Remak, in welchem derselbe eingesteht, daß seine Fasern von denen, welche Bidder und ich als sympathische beschrieben, durchaus verschieden seien. Freilich will Remak nach wie vor seine Fasern für die ächten sympathischen Nervenelemente gehalten wissen, und behauptet, um dieser Ansicht Eingang zu verschaffen, die Identität derselben mit den sympathischen Fasern des gefeierten Breslauer Histologen. Indeß weiß ich aus brieflichen Mittheilungen Purkinje's, daß er den Sympathicus nur für den Träger des von Remak beschriebenen Knötchengewebes (species der formatio granulosa) ansieht.

[2]) Müller's Archiv. 1838. S. 286.

ja in den drei letzten Nerven des Frosches fand sich, daß die Fasern des Verbindungsstranges fast sämmtlich und in nicht seltenen Fällen wirklich ausschließlich zur Peripherie gingen. Hiernach schien es bereits, daß Fasern vom Sympathicus entspringen, und die Cerebrospinalnerven verstärken könnten. Dies wäre das Gegentheil von dem, was die früher herrschende Lehre voraussetzte, doch blieb dieser noch eine Ausflucht übrig. Das Rückenmark konnte nämlich durch einen Verbindungsast dem Sympathicus Fasern zuführen, und dieselben Fasern konnten durch einen zweiten Verbindungsast aus diesem wieder austreten und in einem Rückenmarksnerven zur peripherischen Verbreitung gelangen.

Indeß haben Bidder und ich durch mikroskopische Untersuchungen am Frosch erwiesen (a. a. O. §. 31. und 32.), daß alle Faserbündel, welche aus den sympathischen Verbindungsästen sich gegen das Centrum wenden, zusammengerechnet eine geringere Fasermasse abgeben, als diejenigen Faserbündel, welche von den sympathischen Verbindungsästen an die Peripherie der Cerebrospinalnerven sich anschließen. Es ist die Masse aller centralen Bündel sogar um ein Ansehnliches geringer, als die Masse aller peripherischen, woraus sich ergiebt, daß die scheinbar vom Centrum kommenden Faserbündel nicht ausreichen, um die factisch zur Peripherie verlaufenden verständlich zu machen. Erwägt man überdies, daß nach der Hypothese vom ausschließlich centralen Ursprunge des Sympathicus die mehrerwähnten centralen Bündel nicht nur zur Herstellung der hier berücksichtigten peripherischen genügen, sondern auch die ganze Fasernmasse enthalten müsse, die in den sympathischen Nerven der Eingeweide verbraucht wird, so muß die Geringfügigkeit der Faserbündel, welche aus den Verbindungsästen zum Centrum gehen, doppelt auffallen und den Beweis vervollständigen, daß ein Theil der sympathischen Fasern im Sympathicus selbst entstanden sei.

Wir haben bei fortgesetzter mikroskopischer Untersuchung gefunden, daß in den Fröschen selbst diejenigen Fasern, welche vom Verbindungsaste aus gegen das Centrum verlaufen, nicht Fortsetzung des Rückenmarkes, sondern in der Hauptsache wenigstens Producte der Spinalganglien sind. Sollten diese Fasern vom Rückenmarke herstammen, so müßten sie durch die Wurzeln der Rückenmarksnerven hindurchtreten, und müßten hier als sympathische Fäden unter cerebrospinalen leicht erkenntlich sein. In der That finden sich in den Wurzeln der Rückenmarksnerven sympathische Fäden, aber überaus viel weniger, als in den Nerven unmittelbar unter dem Spinalganglion. Wir constatirten dies durch Zählungen der dünnen und dicken Fasern in zahlreichen Präparaten, woraus sich wenigstens annäherungsweise die relative Menge der beiden Faserarten ergeben mußte. In den Wurzeln des vierten Rückenmarksnerven verhielt sich die Zahl der sympathischen Fasern zu der Zahl der cerebrospinalen wie 1 : 50, unterhalb des Ganglions dagegen wie 4 : 1. Es mußte also die Zahl der sympathischen Fäden im Ganglion ungefähr um das 200fache vermehrt worden sein. In den übrigen Nerven war das Mißverhältniß der Mischung zwar bei weitem nicht so auffallend, aber in den meisten Fällen war die Menge der feinen Fasern unterhalb des Ganglions doch sehr viel größer, als oberhalb, so auffallend, daß an Beobachtungsfehler durchaus nicht zu denken war.

Die Folgerung, daß in den Spinalganglien der Frösche sympathische Fasern entspringen, ist unabweislich, wenn nicht etwa die dicken Cerebrospinalfasern sich beim Durchtritt durch die Ganglien in dünne sympathische verwandeln. Allein diese Annahme ist unstatthaft, denn 1) haben wir zu viele Gründe, die Differenz beider Faserarten für eine specifische zu halten, als daß eine Continuität beider glaublich wäre; 2) hätte uns die Metamorphose der dicken Fasern

in dünne bei unseren zahlreichen mikroskopischen Untersuchungen schwerlich entgehen können; 3) beweisen fast alle sensible Nerven, und einige motorische, daß Cerebrospinalfasern beim Durchgange durch die Ganglien keine Verminderung ihrer Durchmesser erfahren, und 4) includirt die Vermuthung von der Verdünnung der Fasern im Ganglion in nicht weniger Fällen eine arithmetische Unmöglichkeit. Die Kiemenäste des Hechtes z. B., welche aus dem ganglion vagi hervorgehen, sind nach Entfernung des Zellgewebes für sich allein schon ebenso stark, als die Wurzel des Vagus, enthalten aber fast ausschließlich dünne Fasern, während die Wurzeln $^9/_{10}$ dicke Fasern enthalten. Sollten nun die dünnen Fasern, deren Durchschnittsfläche nur $^1/_4$ — $^1/_9$ von der Durchschnittsfläche der dicken Fasern beträgt, die verdünnten Fortsetzungen der Wurzelfäden oberhalb des Ganglions sein, so müßten die Vaguswurzeln, nur um die Kiemennerven abgeben zu können, eine 4 — 9mal größere Durchschnittsfläche haben, als diese. Da aber der Vagus neben den Kiemennerven noch sehr viele andere, zum Theil sehr bedeutende Zweige abgiebt, deren einige wiederum weit mehr dünne Fasern enthalten, als die Wurzeln, so müßten nach jener Hypothese die Vaguswurzeln sämmtliche Zweige des Nerven enorm an Dicke übertreffen. Da nun die Beobachtung das gerade Gegentheil erweis't, so ist die Hypothese widerlegt, und das Entspringen von Fasern im Ganglion erwiesen. In den Fröschen entspringt nachweislich nur ein sehr kleiner Theil der sympathischen Fasern von dem Gehirn und Rückenmarke, und dieser Modus des Ursprunges greift in die Organisation des Nervensystems viel zu tief ein, als daß er für eine zufällige Eigenthümlichkeit einer vereinzelten Thierspecies gelten könnte. Bei anderen Thieren und beim Menschen ist es zwar nicht möglich zu ermitteln, ob der größere Theil der sympathischen Fasern außerhalb des Hirns und Rückenmarkes entspringe, aber erweisen läßt sich, daß wenigstens ein Theil derselben seinen Ursprung in dem Ganglion habe. Schon Bichat und E. H. Weber machten darauf aufmerksam, daß die austretenden Zweige der Ganglien bisweilen beträchtlich stärker seien, als die eintretenden, womit eine Vermehrung der Fasermasse im Ganglion angedeutet ist. Indessen konnte die Verdickung der austretenden Zweige auch andere Gründe haben. Es konnte das Neurilem verstärkt, die Masse fremdartiger Elemente im Nerven vermehrt, oder endlich der Diameter der austretenden Nervenfasern verdickt sein. Bidder und ich haben diese Möglichkeiten einer sorgfältigen mikroskopischen Prüfung unterworfen, und haben gezeigt, daß in manchen Ganglien eine sehr beträchtliche Vermehrung der Fasern wirklich stattfinde.

Den auffallendsten Beweis liefert das Ganglion des N. vagus in den Fischen. Bei großen Fischen übertreffen die Vaguszweige die Vaguswurzeln um ein sehr Bedeutendes, selbst nach Entfernung der neurilematischen Hüllen. Bei großen Hechten sind die Zweige, welche zu den Kiemen gehen, wie oben bemerkt, allein so dick, als die Wurzeln. Nun enthalten aber die Wurzeln nur $^1/_{10}$ feine oder sympathische Fasern, und $^9/_{10}$ dicke und cerebrospinale. Die Kiemenzweige dagegen enthalten fast ausschließlich dünne Fasern. Hieraus ergiebt sich, daß die Kiemenäste allein schon gegen viermal mehr Fasern enthalten, als die Wurzeln des Vagus zu liefern im Stande sind. Auch die Untersuchung des ganglion ciliare und coeliacum der Katze liefert unzweideutige Beweise beträchtlicher Faservermehrung.

Aber eine neue wichtige Entdeckung Bidder's vollendet die Beweisführung. Nach brieflichen Mittheilungen meines Freundes bietet die durchsichtige Scheidewand der Vorhöfe im Froschherzen Gelegenheit, Aeste von Ganglien zu untersuchen, welche so überaus wenig Fasern führen, daß man bisweilen

deren absolute Menge zu zählen im Stande ist. Bidder überzeugte sich zu wiederholten Malen, daß in dem einen Aste eines Ganglions mehr Fasern waren, als in dem andern, z. B. in dem einem sieben, in dem andern nur fünf. — Nach diesen Erfahrungen blieb nichts übrig, als den Ursprung der Fasern, d. h. deren Anfänge in den Ganglien, direct nachzuweisen. Kölliker scheint endlich dieses Desiderat erfüllt zu haben[1]).

Zwar hatte schon Remak angegeben, die organischen Fasern entsprängen von den Ganglienkugeln, aber die nach seiner Angabe bündelweise entspringenden Nervenfäden waren offenbar nichts Anderes, als jene Fasern, welche nach ihm den Namen führen, eine Art Zellgewebefäden, nicht Nerven. Nach ihm hatten Helmholz[2]), Will[3]) und Hannover[4]) dasselbe zu zeigen gesucht, ohne, daß mich wenigstens, ihre Beweisführung überzeugen konnte, so sehr ich begreiflicher Weise deren Zulässigkeit wünschen mußte. Im Gegentheil bekenne ich, daß mir die von Hannover besorgten Abbildungen zu beweisen schienen, daß er Nervenursprünge nicht vor sich gehabt habe. Wer sich mit mikroskopischer Anatomie der Nerven viel beschäftigt hat, muß zugeben, daß die von Hannover abgebildeten Fortsätze der Ganglien mit Nervenfasern ungemein wenig Aehnlichkeit haben. Bei Wiederholung der Beobachtungen am Frosche fand ich ganz ähnliche Theile, ohne daß ich gewagt hätte, sie für Nervenursprünge anzusprechen. Herrn Kölliker blieb es allem Anscheine nach vorbehalten, die Angelegenheit zu entscheiden, indem er gefunden zu haben versichert, daß jene dicken fast formlosen Fortsätze der Ganglienkugeln, wenn man sie nur weiter abwärts von ihrem Ursprunge verfolgt, in unzweideutige Faserformen wirklich übergehen (a. a. O. S. 18).

Indem nun die Anatomie für die Beurtheilung der Abhängigkeit eines Nerven kein anderes Kriterium kennt, als seinen Ursprung oder Anfang in diesem, so ist nach den mitgetheilten Untersuchungen anatomisch erwiesen, daß dem Sympathicus eine gewisse Selbstständigkeit, dem Gehirn und Rückenmarke gegenüber, zukomme, da die Ganglien für zahlreiche, obschon nicht für alle, sympathische Fasern die Centralorgane sind.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen werde noch einmal hervorgehoben, was sich aus dem Vorausgehenden leicht ergiebt, daß der N. sympathicus der Anatomen nur eine Abtheilung unsers sympathischen Systems ist, daher die relative Selbstständigkeit, die Bidder und ich dem letztern vindiciren,

[1]) Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. Zürich 1845. Der erste entschiedene Erfolg dieser wichtigen Arbeit war die von Valentin so eben veröffentlichte Erklärung, daß er in seiner Opposition gegen die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems zu weit gegangen. Die Hauptpunkte, in welchen K. die Untersuchungen von Bidder und mir bestätigt, sind: 1) die von uns geschilderten sympathischen Fasern sind wirkliche Nervenfasern, und weder mit Zellgewebe noch mit den Remak'schen Fasern zu verwechseln. 2) Dieselben entspringen theilweise vom Sympathicus und von den Ganglien, die sich an den Cerebrospinalnerven vorfinden. 3) Besonders auffallend ist die Menge feiner Fasern, welche von den Spinalganglien der Frösche und von den Ganglien des Vagus bei den Fischen ihren Ursprung nimmt. — Ueberhaupt widerspricht K. in nichts Erheblichem den Beobachtungen von Bidder und mir, sondern opponirt nur hin und wieder unserer Auffassung der Thatsachen. So hält er es nicht für angemessen, sympathische und cerebrospinale Fasern als zwei verschiedene Classen zu betrachten; hiervon ist oben schon die Rede gewesen, und es mag sein, daß wir die Verschiedenheit beider etwas zu scharf accentuirt haben. Da unser vorurtheilsloser Kritiker die Unterschiede keineswegs ganz wegleugnet, so wird hoffentlich auch über das Maß derselben eine baldige Verständigung möglich sein.

[2]) De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Berol. 1842.

[3]) Müller's Archiv. 1844. S. 76.

[4]) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenh. 1844.

eben auf das System im Ganzen, und nicht auf den Sympathicus der Handbücher bezüglich ist. Durch einen unvermeidlichen Kreislauf der Ideen wiederholt sich nun die Frage, welche Fasern und Nerven zum sympathischen System gehören sollen? Hierauf bin ich gegenwärtig nicht im Stande, mit größerer Präcision zu antworten, als dies im Vorhergehenden schon geschehen ist. Ich bekenne jetzt wie früher, daß diese Frage im concreten Falle bisweilen unlösbar ist, leugne aber, daß die Nichtnachweisbarkeit der Grenzen zweier Systeme als Beweis ihrer Identität gelte. Bis auf den heutigen Tag streitet man sich über die Grenze zwischen Thier- und Pflanzenwelt, die doch jedenfalls begrifflich zu trennen sind, wie kann man sich wundern, daß animale und vegetative Nerven der scharfen Grenzen entbehren, welche nicht als Ordnungen, ja nicht einmal als Arten, sondern nur als Unterarten neben einander stehen? Die schwankenden Grenzen und die Uebergänge sind der Stein des Anstoßes aller Classificationen, welche trotz dieser Unsicherheit unentbehrlich sind.

G. Unabhängigkeit des Sympathicus vom Gehirn und Rückenmark in physiologischer Beziehung.

Ueber die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit des Sympathicus vom Gehirn und Rückenmark ist viel vergeblich gestritten worden, indem man nur zu oft versäumte, sich darüber zu verständigen, was mit jenen Ausdrücken gemeint sei. Insofern Abhängigkeit ein relativer Begriff ist, scheint streng genommen jedes allgemeine Urtheil unmöglich, und es bleibt dann nichts übrig, als im besondern Falle nachzuweisen, worin die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit bestehe. Indessen kann die Aufzählung eines unendlichen Details in dem gegenwärtigen Artikel nicht beabsichtigt werden, und es kommt also darauf an, in jene Worte eine allgemeinere Bedeutung zu legen, die gleichwohl hinreichend scharf definirt sei. Dies ist in einem frühern Abschnitte bereits geschehen. Ich habe erklärt, daß ich die Abhängigkeit nicht in der allgemeinen Wechselwirkung suche, welche alle thierischen Theile unter einander verbindet, ebensowenig in der vorgeblichen Nothwendigkeit gewisser Theile, sich von anderen Organen ihre Grundkräfte zu borgen, welche Nothwendigkeit ich gar nicht anerkenne, sondern vielmehr in der Subsumtion einer einfachen Thätigkeit unter einer organisch complicirteren, wobei die subsumirende Kraft, wie alle lebendigen Kräfte, eines Organs bedarf, welches in diesem Falle als regulatorischer Apparat wirkt. So ist beispielsweise die Contractilität der Muskeln eine einfachere Kraft, die Contractilität vieler Muskeln complicirt sich organisch in dem Acte der Respiration, und diese Complication geht aus von einer Kraft, die gebunden ist an das verlängerte Mark. Nun sagen wir, die Respirationsbewegungen sind abhängig von der Medulla oblongata, und diese ist das Centralorgan für jene.

Die Alternative, um die es sich im gegenwärtigen Abschnitte handelt, ist also diese: Sind die in der Sphäre der organischen Nerven wirkenden einfachen Kräfte solchen complicirteren Kräften subsumirt, welche ihr Centrum im Gehirn und Rückenmark haben — oder zweitens: verbinden sich dieselben zu Wirkungen, deren regulatorischer Apparat im Sympathicus selbst liegt? Die Antwort auf diese Frage ist der vollkommensten Präcision fähig, sie ist nicht einmal besonders schwierig, wenn man sich an den oben erwiesenen Satz erinnert, daß kein Theil des Körpers Centralorgan von Thätigkeiten sein könne, die nach Zerstörung dieses Theils auch nur vorübergehend fortdauern.

Ein Theil der vorliegenden Frage ist in früheren Abschnitten beiläufig schon erledigt worden. Indem wir zeigten, daß das Gehirn das Centralorgan

aller psychischen Thätigkeiten sei, versteht es sich von selbst, daß der Sympathicus in Bezug auf alle in ihm vorkommenden Sensibilitätserscheinungen vom Gehirn abhänge, es ist nur noch übrig, zu untersuchen, ob nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes der Sympathicus in Activität verbleibe, und zwar in einer Activität, welche die Mitwirkung eines Centralorgans unerläßlich mache. Allgemein anerkannt ist gegenwärtig, daß Muskelactionen eine Activität der motorischen Nerven und Actionen der Muskeln, die vom Sympathicus versorgt werden, eine Activität der sympathischen Nerven voraussetzen. Von Wichtigkeit ist also, daß nach Zerstörung der großen Nervenmassen die Thätigkeit der organischen Muskeln fortdauert.

Es ist bekannt, daß W. Philip gegen Le Gallois erwies, daß auch nach vollständiger Vernichtung der Centralorgane die Herzbewegung und der Kreislauf der Frösche eine Zeitlang fortbestehe. Diese Angabe ist von vielen Seiten bestätigt worden, und neuerlichst von Bidder, dessen vortreffliche Untersuchungen eine ausführlichere Erwähnung verdienen[1]). — Bidder entfernte bei Fröschen mit großer Vorsicht den Bogen des zweiten Halswirbels, so daß nur eine sehr geringe Blutung eintrat, und zerstörte mit einer Sonde das Rückenmark vollständig. Daß dies gelungen war, bewies nicht nur die Vernichtung aller Reflexbewegungen, sondern namentlich die anatomische Untersuchung, welche nachträglich angestellt wurde. Frösche, welche auf diese Weise behandelt worden waren, lebten oft noch 6 Wochen (derartige Fälle habe auch ich gesehen), bisweilen 10 Wochen. Der Kreislauf in den Schwimmhäuten war lebhaft und von dem unverletzter Frösche nicht merkbar unterschieden. Das Herz schlug rasch und kräftig. Bei einem frisch geschlachteten Frosche (die Versuche wurden im Winter gemacht) pulsirte das Herz in einer Minute 35mal, bei einem Frosche, welchem 26 Tage vorher das Rückenmark zerstört worden war, 40mal. Wurde statt des Rückenmarks das Gehirn, mit Schonung der Medulla oblongata, zerstört, so lebten die Frösche nie über 14 Tage, doch starb auch keiner vor dem 8ten. Wurde Hirn und Rückenmark gleichzeitig zerstört, so jedoch, daß die Medulla oblongata unverletzt, und also das Athmen unbeeinträchtigt blieb, so gelang es, Frösche bis zum 6ten Tage lebendig zu erhalten. Wurden dagegen die Centralorgane vollständig vernichtet, so konnte Kreislauf und Herzbewegung nur bis tief in den zweiten Tag hinein beobachtet werden. Es kann wohl kein Zweifel sein, daß in letzterem Falle der beschleunigte Tod nur Folge der unterdrückten Respiration war.

Einige Wochen nach Zerstörung des Rückenmarkes zeigte sich gewöhnlich eine merkliche Verminderung der Reizbarkeit in den animalen Nerven, und noch später konnte man durch mechanische und chemische Reizung derselben oft keine Bewegungen in den Muskeln hervorrufen. Gleichwohl pulsirte das Herz in solchen Individuen noch 11mal in einer Minute und zeigte für äußere Reize eine deutliche Empfänglichkeit. Dasselbe zeigte sich bei Untersuchung des Darmkanals, er schnürte sich in Folge mechanischer Reize zusammen, gewöhnlich nur örtlich, bisweilen in einer fortlaufenden Strecke, und auch dies in Thieren, deren animale Muskeln nicht mehr reagirten.

Die Verdauung litt durch die Zerstörung des Rückenmarkes nicht merklich, ebenso wenig durch die Zerstörung des Gehirns bei Verschonung der Medulla oblongata. Gesunde und operirte Frösche wurden, nachdem sie lange gefastet, mit Regenwürmern gefüttert und jeder in einem besondern Glase aufgehoben,

---

[1]) Müller's Archiv. 1844. S. 359.

um Sicherheit zu erlangen, daß die aufgezwungene Speise nicht weggebrochen werde. Dies geschah nie, vielmehr war bei den operirten wie bei den gesunden der Wurm nach 24 Stunden meistens vollständig verdaut und Magen und Darm mit einem gefärbten Schleim stark angefüllt. Dies war selbst bei Thieren der Fall, welchen 26 Tage früher das Rückenmark vernichtet worden war.

Die Urinabsonderung geht nach Zerstörung der Centralorgane noch vor sich. Hat man durch einen Druck auf den Bauch eine Entleerung des Harns bewerkstelligt, so ist nach einigen Tagen die Blase wieder gefüllt. Dabei ist bemerkenswerth, daß die Blase, wenn sie nicht durch äußern Druck entleert wird, bis zu einer enormen Ausdehnung gefüllt wird.

Valentin und Stilling sahen bei Fröschen nach der Zerstörung des Rückenmarkes verschiedene pathologische Erscheinungen im Nutritionsprocesse. Oft zeigte sich ein wassersüchtiges Aufschwellen, besonders der Gliedmaßen, oft entstanden an letzteren Geschwüre, die um sich fraßen, die Muskeln fielen von den Knochen, und diese selbst wurden abgestoßen. Hieraus könnte man zu schließen geneigt sein, daß die normale Ernährung unter dem speciellen Einflusse der Centralorgane stehe. Bidder glaubt indeß gefunden zu haben, daß die meisten jener pathologischen Erscheinungen etwas Zufälliges waren. Valentin und Stilling setzten ihre Frösche in Wasser, aus welchem sie nur mit der Nase hervorragten. Dies verträgt wenigstens Ran. temporaria nicht, denn auch die unverletzten Thiere werden unter diesen Umständen hydropisch. Vernachlässigt man noch überdies, das Wasser oft zu wechseln, so bilden sich selbst ohne vorausgegangene Operationen Geschwüre, besonders häufig an den Füßen, ganze Zehen, ja die Fußwurzeln werden abgestoßen. Alle diese krankhaften Processe lassen sich vermeiden, wenn man die Frösche in einem Gefäße aufhebt, dessen Boden nicht mit Wasser, sondern mit feuchtem Grase bedeckt ist. Bei dieser Behandlung sah Bidder nie Degenerationen entstehen, vielmehr verschwand eine schon ausgebildete Wassersucht vollständig, ja es heilten sogar die durch frühere Vernachlässigung entstandenen Geschwüre. Aus Bidder's zahlreichen Versuchen ergiebt sich, daß nach vollständiger Zerstörung des Rückenmarkes beim Frosche die vegetativen Functionen ohne auffallende Veränderungen Monate lang fortbestehen können. Bei warmblütigen Thieren tritt nach Zerstörung der Centralorgane der allgemeine Tod viel schneller ein, wobei jedoch zu berücksichtigen, daß die aufgehobene Respiration (welche durch Einblasen von Luft nicht vollständig ersetzt werden kann), ferner die meistens beträchtlichen Blutungen und endlich das Erkalten des Thieres an dem schnellen Verschwinden der Lebensthätigkeiten einen großen Antheil haben muß. W. Philip[1]) entfernte bei einem Kaninchen Gehirn und Rückenmark vollständig, gleichwohl dauerte der Herzschlag unter Mitwirkung einer künstlichen Respiration eine halbe Stunde lang kräftig fort. In einem andern Falle wurde das Rückenmark mit einem glühenden Drahte zerstört; gleichwohl fuhren die Arterien fort zu pulsiren und gaben, da die Respiration künstlich erhalten wurde, beim Durchschneiden hellrothes Blut. Flourens zerstörte bei neugebornen Hunden die Centralorgane vollständig und sah, daß die Circulation 96 Minuten fortdauerte, obschon er die Athmung nicht durch künstliche Mittel ersetzt hatte[2]).

Erfahrungen, wie die vorausgeschickten, sind von verschiedenen Physiologen verschieden verstanden worden. Einige betrachten dieselben als Beweise,

---

[1]) Experimental Inquiry, pag. 70. — [2]) Recherches experim. sur les fonctions du système nerveux, pag. 194.

daß der Sympathicus unabhängig von Hirn und Rückenmark wirken könne, andere betrachten die Nerventhätigkeiten, welche nach Zerstörung der letzteren übrig bleiben, als Wirkungen von Kräften, welche primär von den Centralorganen herstammen und welche nach dem Zerstörungsprocesse nur eine Zeitlang als residua übrig bleiben.

Wir treffen hier noch einmal auf die Hypothese, daß die Nerven von den Centralorganen aus geladen würden; aber sie ist im gegenwärtigen Falle noch entschiedener zurückzuweisen, als im vorigen. Das motorische Vermögen durchschnittener Nerven, welches man als Rückstand einer von den Centralorganen herstammenden Kraft betrachtet, ist im besten Falle mehr nicht als eine Möglichkeit, es ist die potentia oder δυναμις der Philosophen, welche dem actus oder der ἐνεργεια gegenübersteht. Soll die Bewegung, welche potentia möglich ist, actu wirklich werden, so bedarf es noch eines Reizes, ohne welchen der motorische Nerv den Zustand der Ruhe nicht aufgiebt. Während nun die animalen Muskeln nach Zerstörung von Hirn und Rückenmark in eine vollkommene Ruhe versinken, aus welcher sie nur durch äußere Reize herausgerissen werden können, bleiben die organischen Muskeln activ, auch ohne äußere Reize, es handelt sich also gar nicht darum, wo die Möglichkeit der Bewegung herkomme, sondern darum: wie kommt es zur Wirklichkeit?

Dieses Wirklichwerden der Bewegung kann auf keinen Fall selbst wieder als Folge einer Kraft betrachtet werden, welche die Nerven der organischen Muskeln aus den Centralorganen aufzunehmen und nach der Zerstörung derselben zu bewahren wüßten. Könnten die Centralorgane dem Nerven eine Kraft einflößen, die, wenn auch nur auf kürzere Zeit, sich selbst bestimmte, so dürfte das Eintreten absoluter Unthätigkeit nach Zerstörung von Hirn und Rückenmark keine so weit verbreitete Erscheinung sein. Besonders erläuternd sind in diesem Bezuge die an den Lymphherzen der Frösche gemachten Erfahrungen. Vermöchten die Centralorgane einem Muskel die Pulsationskraft als Erbe zu hinterlassen, so müßten die Lymphherzen nach Zerstörung des Rückenmarkes nicht minder pulsiren, als das Blutherz, was nicht der Fall ist.

Der merkwürdige Umstand, daß eine gewisse Summe von Lebensfunctionen nach Zerstörung des Hirns und Rückenmarkes plötzlich und ohne Ausnahme verschwindet, während andere mehr oder weniger lange und in großer Vollkommenheit fortdauern, er kann nur darin begründet sein, daß Hirn und Rückenmark die Grundbedingung der Existenz der einen abgeben, aber nicht der anderen. Gleichwohl ist jedes lebendige Geschehen von gewissen Organen abhängig, und wenn die Nerven der vegetativen Organe die Grundbedingung ihres Wirkens nicht im Gehirn und Rückenmark haben, so bleibt als mögliches Centrum nur noch das sympathische Nervensystem mit seinen Ganglien übrig. Wir betrachten also dieses als ein mehr oder weniger selbstständiges Ganze, von welchem die Erregung und die Regulirung derjenigen Thätigkeiten ausgeht, die nach Zerstörung der großen Nervenmassen fortdauern und welche gleichwohl zu ihrem Zustande kommen, der Mitwirkung eines Centralorganes nicht entbehren könne. Nach allem Vorausgeschickten scheint diese Ansicht unangreifbar, wenn man zugiebt, was zugegeben werden muß, daß die Thätigkeit der organischen Nerven, und namentlich die Bewegungen des Herzens und der Eingeweide, in Folge innerer Ursachen und nur unter Mitwirkung eines regulatorischen Apparates zu Stande kommen. Wären nämlich die Bewegungen dieser Organe durch den Reiz des Blutes, des Darmkothes, der Luft u. s. w. in ähnlicher Weise hervorgerufen, wie etwa die Zuckungen eines abgeschnittenen Froschschenkels durch den Reiz des Galvanismus, so wäre das selbstständ-

dige Wirken des Sympathicus als Centralorgan noch zweifelhaft, indeß sind beide Arten der Bewegung vollkommen verschieden.

Wenn ein Reiz auf motorische Nerven unmittelbar einwirkt, so entsteht die Contraction nur in den Muskelpartien, welche von dem gereizten Nervenbündel ihre Fasern erhalten. Trifft der Reiz einen Nervenstamm, welcher viele Muskeln mit Fasern versorgt, so werden freilich viele Muskeln erschüttert, aber es ist eben nur eine Erschütterung, nicht eine planmäßig combinirte Bewegung. Das Planlose zeigt sich einerseits in der unzweckmäßigen Combination von Muskelkräften, die sich gegenseitig aufheben, andererseits in dem Mangel jeder Art von mechanischer Evolution des Einen aus dem Andern. Reizt man z. B. die Hüftnerven eines Frosches, so contrahiren sich Beugemuskeln und Streckmuskeln gleichzeitig, eine Wirkung beschränkt und stört die andere, und es kommt nicht vor, daß ein Muskel die Wirkung des andern aufnehme, sie fortführe und hiermit in den Plan einer zweckmäßigen Bewegung eingehe.

Einen ganz andern Charakter haben nicht nur die Bewegungen der Willkür, sondern auch die des Athmens, das Husten, Niesen, Gähnen, ja sogar die künstlich producirten Reflexbewegungen, kurz alle Bewegungen, welche auf Veranlassung oder unter Mitwirkung eines Centralorganes zu Stande kommen. In allen diesen Bewegungen ist Plan und Einheit. Es fragt sich, woher dieser Unterschied? So wenig es möglich ist, diese Frage erschöpfend zu beantworten, so unverkennbar ist die Thatsache: ein regulirendes Princip verbindet in einigen Fällen die Muskelbewegungen zur Erreichung organischer Zwecke, in anderen Fällen nicht. Niemand wird leugnen wollen, daß die organischen Processe, welche in Bidder's Versuchen nach Zerstörung der Centralorgane übrig blieben, ein solches ordnendes Princip ebenfalls in Anspruch nehmen. Man vergleiche aufmerksam die Pulsationen eines ausgeschnittenen Herzens mit den Zuckungen eines ausgeschnittenen Zwerchfells, und man wird die planvolle Ordnung der ersten, und den zwecklosen Tumult der letzteren nicht aus einem Principe deduciren wollen. Freilich ist die Gegenwart der irritabeln Fasern und eines Reizes, wie Luft oder Blut, vollkommen ausreichend, die Bewegung des Herzens im Allgemeinen verständlich zu machen, aber der normale Gang der Bewegung verlangt ein normirendes Princip. Denn warum contrahiren sich die linke und die rechte Hälfte des Herzens gleichzeitig? Warum erfolgt die Systole der Vorhöfe früher, als die der Ventrikel, und warum ist der Puls in den einen nie frequenter, als in den anderen? Man scheint an die Möglichkeit solcher ungeregelten Bewegungen gar nicht gedacht zu haben, und doch sind dergleichen nicht bloß möglich, sondern wirklich! Sie zeigen sich fast in jedem Herzen kurz vor dem wirklichen Tode und beweisen, daß die bloße Gegenwart von Reiz und Reizbarkeit zur Herstellung des Herzpulses nicht ausreicht. Die Contractionen der Vorhöfe und der Ventrikel sind nur die Elemente, welche die Herzbewegung zusammensetzen, und weder im Blute noch in der Luft stecke der Geist, der das Chaos in Ordnung bringt.

Wir sind am Ende. Ein regulirendes Princip bedarf eines regulatorischen Apparates, und wenn in den Muskeln, welche der Willkür gehorchen, jede planvolle Bewegung unwiederbringlich und plötzlich aufhört, wenn Gehirn und Rückenmark zerstört werden, so ist im höchsten Grade wahrscheinlich, was allgemein angenommen wird, daß eben im Gehirn und Rückenmark der regulatorische Apparat der Ortsbewegung und des Athmens zu suchen sei. Aber nicht bloß wahrscheinlich, sondern gewiß ist, daß der regulatorische Apparat der organischen Muskeln im Gehirn und Rückenmark nicht liege, denn läge er hier, so müßte bei Zerstörung derselben die planvolle Mechanik der Herzbewegung eben-

so plötzlich und unwiederbringlich verloren gehen, als die geordneten Bewegungen der Extremitäten, der Respirationsorgane und der Lymphherzen. Es bleibt also, wie schon oben bemerkt wurde, nichts übrig, als daß das materielle Substrat des regulirenden Principes oder, nach dem gebräuchlichen Ausdruck, das Centralorgan in den sympathischen Nerven selbst liege.

Fast überflüssig ist es, nach so unzweideutigen Erfahrungen noch auf andere aufmerksam zu machen, welche der Selbstständigkeit des Sympathicus das Wort sprechen. Wir sehen, daß Krankheiten des Rückenmarkes, welche die willkürlichen Bewegungen und Empfindungen in einem großen Bezirke des Körpers ganz aufheben, die Herzbewegung oft nicht im Mindesten betheiligen, wir sehen in Rückenmarksleiden, welche die willkürlichen und die Athemmuskeln in einen regellosen Tumult versetzen, den Puls nicht selten sehr regelmäßig und nur in seiner Frequenz verändert; wir sehen endlich, daß die narkotischen Gifte, welche die Reizbarkeit des Rückenmarkes in dem Grade steigern, daß der leiseste Reiz die auffallendsten Reactionen in den willkürlich beweglichen Muskeln auslös't, das Herz ruhig lassen. Wie wäre dies Alles möglich, wenn die motorischen Nerven des Sympathicus ebenso, wie die der willkürlichen Muskeln, im Hirn und Rückenmark entsprängen und von hier aus regulirt würden[1]).

Wenn nun dessenungeachtet die Selbstständigkeit der sympathischen Nerven von so vielen namhaften Physiologen in Abrede gestellt wurde, so fragt es sich bei der Wichtigkeit des vorliegenden Gegenstandes, welche Gründe sie hierzu bestimmen konnten. Von Einfluß mag vorzugsweise gewesen sein, daß die Stellung des Gehirns, als Centralorgan der Empfindung, auch für die vom Sympathicus versorgten Theile als erwiesen betrachtet werden mußte. Es scheint, daß man die Abhängigkeit, in welcher der Sympathicus als Empfindungsnerv vom Gehirn stand, nun auch auf seine übrige Lebensthätigkeit übertrug. Eine derartige Uebertragung ist offenbar voreilig. Schon am Rückenmarke zeigt sich, wie ein Organ von der einen Seite abhängig vom Gehirn, und doch selbstständig von der andern sein könne. Valentin, Budge und Longet versuchen die Abhängigkeit des Sympathicus von Gehirn und Rückenmark in der Sphäre der Bewegungen zu erweisen, indem sie entweder die großen Nervenmassen unmittelbar, oder auch die animalen Nerven, aus welchen der Sympathicus seine Wurzeln beziehen sollte, verschiedenen Reizen aussetzten. Indem sie nun bei derartigen Experimenten Bewegungen in den Theilen, die von organischen Nerven versorgt werden, entstehen sahen, folgerten sie, daß die motorischen Fasern des Sympathicus in den Centralorganen, und namentlich im Gehirn, entspringen müßten. Ich habe an einem andern Orte ausführlich nachgewiesen, daß diese Folgerung unzulässig ist[2]). Verdächtig ist schon der Umstand, daß jene Reizversuche selbst in irritablen Cadavern nur ausnahmsweise gelingen[3]), nicht minder verdächtig die große Anzahl der Punkte, von

---

[1]) Die pathologischen Verhältnisse, welche auf die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems hinweisen, sind ausführlich und klar von Spies erörtert worden, Physiologie des Nervensystems. Braunschweig, 1844.

[2]) Müller's Archiv. 1842. S. 372.

[3]) Valentin wundert sich, daß R. Wagner, Stilling und ich auf das häufige Nichtgelingen der Versuche Gewicht legen, da negative Erfahrungen den positiven gegenüber nur wenig Berücksichtigung verdienten (Physiol. II, 748.). Hierauf ist zu antworten, daß der Werth positiver und negativer Erfahrungen im Allgemeinen keinen Vergleich gestatte, sondern von den begleitenden Umständen abhänge. Bidder und ich sahen beim Galvanisiren des Hirns und Rückenmarkes das Herz und die Eingeweide oft ganz ruhig bleiben, während alle Muskeln des Stammes und der Extremitäten in

welchen die Bewegung des Herzens und der Eingeweide ausgehen würde, wenn die Versuche von W. Philip, Valentin, Budge, Longet und Anderen über diese Ausgangspunkte entscheiden sollen. Aber noch wichtiger ist Folgendes: Da die organischen Muskeln sich auch ohne äußere Reize von selbst bewegen, und da sie vor dem Eintritt des wahren Todes oft eine Zeitlang ihre Bewegungen einstellen und ohne wahrnehmbare Ursachen bald früher, bald später wieder aufnehmen, so ist es äußerst schwierig, Versuche anzustellen, die mit Sicherheit erwiesen, daß die Bewegung, die man beobachtet, auch wirklich von dem Reize abhängt, den man anwendet. Aber selbst wenn sich derartige Versuche vorfinden sollten, Versuche also, wo ausgemacht wäre, daß die Nervenfasern, welche man reizte, die Bewegung auslös'ten, welche dem Reize folgten, so bestimmen sie doch über die Lage des fraglichen Centralorganes durchaus nichts. Die Rückenmarksfaser z. B., die in Budge's bekannten Versuchen auf Reizung Magenbewegung veranlaßte, sie konnte eine motorische sein, welche im Gehirn entsprungen centrifugal zur Bauchhöhle ging, aber sie konnte auch eine receptive Faser sein, welche den empfangenen Reiz dem Sympathicus zuleitete, welcher denselben als reflectorisches Centrum auf eine Bewegungsfaser übertrug und dem Magen schließlich zuführte. Indem Beides möglich ist, wird durch den Reizversuch nichts entschieden, sondern es gehören neue Erfahrungen dazu, um über die Natur des zweideutigen Factums in's Klare zu kommen.

Der Umstand aber, daß nach Angabe namhafter Beobachter fast von jedem Punkte des Gehirns und Rückenmarkes aus die Bewegung des Herzens und der Eingeweide influenzirt werden könne, z. B. von den gestreiften Körpern, den Sehhügeln, dem Stabkranze, dem Balken und dem Gewölbe nach Valentin, von den vorderen Strängen der Medulla oblongata nach Budge, von jedem Punkte des Rückenmarkes nach Le Gallois und W. Philip — dieser Umstand ist ein ziemlich deutlicher Fingerzeig, daß man es mit Reflexerscheinungen, und nicht mit den Ursprüngen der motorischen Fasern zu thun hatte.

Es ist für meinen Zweck vollkommen ausreichend, gezeigt zu haben, daß die Versuche, welche die Abhängigkeit des Sympathicus vom Gehirn beweisen sollten, der demonstrativen Kraft entbehren; ich will indeß nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß der größere Theil der Versuche, namentlich derjenigen, welche Valentin an den Wurzeln der animalen Nerven gemacht hat, sehr starke Andeutungen enthalte, daß das Centralorgan der veranlaßten Bewegung eben nicht im Gehirn, sondern zwischen dem gereizten Nerven und dem sich bewegenden Theile lag. Mit anderen Worten: die meisten jener Versuche lassen kaum einen Zweifel übrig, daß die Bewegungen, die man hervorrief, nicht directe Folgen des Reizes, sondern Reflexe vom Sympathicus waren.

Die Bewegungen, welche man durch Reizung animaler Nerven und des Rückenmarkes erregt haben will, waren beschleunigter Herzpuls, vermehrte peristaltische Bewegungen des Magens, der Därme, der Eileiter, kurz lauter planmäßig geordnete Bewegungen. Nun entstehen aber, wenn man motorische Cerebrospinalnerven reizt, in den animalen Muskeln nur ungeregelte Convulsionen; dieser Unterschied im Charakter der Bewegung muß einen Grund

---

die heftigsten Convulsionen geriethen; Aehnliches haben muthmaßlich Wagner und Stilling gesehen, wie es denn Bichat längst schon beschrieben hat. Eine solche negative Erfahrung hat natürlich der positiven gegenüber ein sehr großes Gewicht, besonders wenn die positiven Erfahrungen eine doppelte Deutung zulassen, wie im gegenwärtigen Falle.

haben! In der Verschiedenheit der organischen und animalen Muskeln liegt der Grund nicht, denn auch in letzteren kommen ungeordnete Bewegungen vor, wie oben schon gezeigt wurde. Wichtig ist, daß wir auch durch Reizung animaler Nerven geordnete Bewegungen in den animalen Muskeln vermitteln können, dann nämlich, wenn wir sensible Nerven reizen. In allen diesen Fällen passirt der Nerv ein Centralorgan, in den erstgenannten Fällen nicht. Die Erfahrung lehrt also, daß animale Nerven nur dann im Stande sind, planmäßig geordnete Bewegungen zu veranlassen, wenn die in ihnen stattfindende Innervation den Reiz durch ein Centralorgan leitet, welches dann wahrscheinlich als regulatorischer Apparat in's Mittel tritt. Ich habe früher einen Versuch beschrieben, wo es mir gelang, durch Reizung des Vagus den Herzschlag zu verändern. War dies nicht bloß etwas Zufälliges, so sehe ich dies gegenwärtig als einen Beweis an, daß der Vagus excitirende Fasern enthalte, die zum Centralorgan des Sympathicus gehen und auf reflectorischem Wege geordnete Bewegungen des Herzens zu Stande bringen. Eine Menge Versuche, welche angestellt wurden, um die Abhängigkeit der Eingeweide vom Hirn und Rückenmarke zu zeigen, beweisen mehr oder weniger vollständig das Gegentheil.

Joh. Müller hat seinen vielen und großen Verdiensten um die Nervenlehre auch dies hinzugefügt, daß er die Selbstständigkeit des Sympathicus in der Production verschiedener Bewegungsphänomene durch scharfe Beobachtungen in's Licht stellte. Er erklärt ausdrücklich, daß allen vom Sympathicus versehenen beweglichen Theilen eine gewisse Unabhängigkeit vom Gehirn und Rückenmarke zukomme, und da auch ich nur eine gewisse, nicht eine absolute Unabhängigkeit der sympathischen Nerven postulire (eine absolute um so weniger, da sie theilweise vom Gehirn und Rückenmarke zu entspringen scheinen), so glaube ich, daß unsere beiderseitigen Ansichten im Wesentlichen übereinstimmen. So erfreulich und wichtig mir dies ist, so habe ich doch auf eine Differenz hinzuweisen, die einer spätern Ausgleichung noch entgegensieht. Johannes Müller sagt: »Gehirn und Rückenmark sind aber als die letzten Quellen auch der Thätigkeit des Sympathicus selbst anzusehen, wenn diese sich nicht erschöpfen soll«, und später wird die Erklärung hinzugefügt, daß der Sympathicus vom Gehirn und Rückenmark, als den Quellen des Nerven-Principes, gleichsam geladen werde [1]). Wäre dies richtig, so erlitte die Selbstständigkeit des Sympathicus einen gewaltigen Stoß, aber vielleicht mehr noch ein anderer Lehrsatz Müller's, welcher sagt: die letzte Ursache der unwillkürlichen Bewegung und die Ursache ihres Typus liegt weder im Gehirn noch Rückenmarke, sondern im N. sympathicus selbst. Einen Unterschied zwischen den letzten Quellen und den letzten Ursachen der Bewegung wüßte ich kaum zu finden, gleichwohl sollen die ersteren, nicht aber die letzteren im Hirn und Rückenmarke zu suchen sein. Soll ja ein Unterschied zwischen den Ursachen und den Quellen der Bewegung gemacht werden, so müßten unter letzten Ursachen die von innen ausgehenden Reize verstanden werden, unter letzten Quellen dagegen die Producenten eines stoffigen Principes, welches durch sein Einströmen in die Nerven diese für die Wirkung der letzten Ursachen oder Reize erst empfänglich machte. Verschiedene Stellen der Physiologie (a. a. O. S. 635) deuten an, daß Letzteres wirklich Müller's Ansicht ist, womit wir auf die Theorie

---

[1]) Handbuch der Physiologie, 4te Aufl. S. 634 u. 635.

der Nervenladung zurückkämen, welche im Vorhergehenden, wie ich glaube, hinreichend widerlegt wurde.

So zeigt sich denn, daß die Opposition gegen das selbstständige Wirken des Sympathicus einerseits auf Gründen beruht, die jeder demonstrativen Kraft entbehren, andererseits auf solchen, welche die Selbstständigkeit der organischen Nerven nur in einer gewissen Sphäre, wie in der Sphäre der Empfindung, widerlegen. Es bleiben also alle oben mitgetheilten Erfahrungen, welche die Stellung des Sympathicus als Centralorgan beweisen, in voller Gültigkeit.

Fraglich bliebe die Ausdehnung der Nerventhätigkeiten, in welchen der Sympathicus als Centrum sich geltend machte. Ich glaube mit Müller, daß im Sympathicus die Ursache des Typus und des Rhythmus aller unwillkürlichen Bewegungen liege. Es ist mir überdies wahrscheinlich, daß der Tonus der organischen Muskeln, der Gefäßfaser und vielleicht aller contractilen Gebilde, die nicht zum Muskelsystem gehören, vom Sympathicus abhänge. Daß nämlich den eben genannten Theilen wirklich Tonus zukomme, ist unbestreitbar. Das Herz ist nach dem Tode schlaffer, als während des Lebens; die Därme erscheinen im Cadaver zusammengefallen, flach, wie Bänder, während sie im lebendigen Körper, wenigstens bei kleineren Thieren, mehr das Ansehen von Röhren gewähren; die Schlaffheit des Scrotum und der Haut bei Todten ist sehr auffällig, und die Abspannung der Gefäße giebt sich, wie Parry zeigte, sogar durch Messungen zu erkennen. Nun hört aber dieser Tonus nach Zerstörung des Hirns und Rückenmarkes nicht gleich auf, er scheint sogar bei Amphibien noch Monate lang fortdauern zu können, da so vollkommene Lebensverrichtungen, wie sie Bidder noch 10 Wochen nach Zerstörung des Rückenmarkes beobachtete, bei allgemeiner Vernichtung des Tonus gewiß nicht möglich wären.

Diese Abhängigkeit des Tonus zahlreicher Theile vom sympathischen Nervensystem betrachte ich abermals als einen wichtigen Beweis seiner Selbstständigkeit. Indem ich überzeugt bin, daß der Tonus, wo er auch vorkomme, denselben gesetzlichen Bedingungen unterliege, halte ich es für erlaubt, die minder bekannten Verhältnisse der Tonicität in den organischen Muskeln und den nicht muskulösen Fasern, nach deren wohlbekannten Verhältnissen in den willkürlichen Muskeln zu beurtheilen. Nun wissen wir, daß nach Durchschneidung eines motorischen Nerven augenblicklich Erschlaffung des Muskels eintritt. Diese Erfahrung lehrt: 1) daß der Tonus auf einer activen Contraction des Muskels beruhe; 2) daß die bloße Erregbarkeit des Muskels zur Herstellung dieser Contraction nicht ausreiche, sondern daß es noch einer erregenden Ursache oder eines motorischen Impulses bedürfe; 3) daß der Nerv dem Muskel diesen motorischen Impuls zuführe; 4) daß der Ort, wo der motorische Impuls entsteht, nicht der Nerv, sondern ein Centralorgan sei. Wenn nun nach Zerstörung von Hirn und Rückenmark der Tonus in den organischen Muskeln und vielen anderen contractilen Fasern fortbesteht, so folgere ich hieraus, daß es neben Gehirn und Rückenmark noch ein anderes Centrum geben müsse, von welchem die motorischen Impulse ausgehen, und nur der Sympathicus kann dieses Centrum abgeben. Henle, dem wir so viele feine Bemerkungen über die Nerven-Physiologie verdanken, hat freilich das Verhältniß anders aufgefaßt. Er meint, der Tonus sterbe in den organischen Muskeln später in ähnlicher Weise, wie auch die Irritabilität in verschiedenen Muskeln zu verschiedenen Zeiten erlischt. Ich kann indeß dieser Auffassungsweise nicht beistimmen,

denn abgesehen davon, daß das Absterben doch nicht Monate lang anstehen würde, wie in den Versuchen Bidder's, liegt es eben in der Natur des Tonus, daß er augenblicklich sterbe, wenn das Organ untergeht, von welchem die motorischen Impulse ihren Ursprung nehmen.

Ein Beispiel, wie der Tonus verschiedener Körpertheile von verschiedenen Centralorganen abhänge, liefern wieder Bidder's interessante Beobachtungen an Fröschen, denen das Rückenmark vollständig zerstört war. Die Harnblase gewinnt nämlich, bei so verstümmelten Thieren, eine so enorme Ausdehnung, daß die ganze Bauchhöhle aufgetrieben wird, und die Entleerung des Harns erfolgt gewöhnlich nur, wenn die Bauchdecken von außen einen Druck erleiden. Es fragt sich, warum die Excretion nicht früher zu Stande komme? Zunächst freilich, weil die Blase und die Bauchmuskeln gelähmt sind, allein diese Erklärung genügt nicht. Die Blasenwände müßten in Folge der großen Spannung, in welcher sie sich befinden, den Urin dennoch abtreiben, denn trotz der Vernichtung der lebendigen Muskelkraft wirkt die physische Kraft der Elasticität. In der That sah M. Hall, daß das Wasser, welches er in den Darm einer Schildkröte eingesprützt hatte, nach Zerstörung des Rückenmarkes gewaltsam abfloß, denn es öffnete sich in Folge der Operation der sphincter ani. Der Urin kann in der stark gespannten Blase des Frosches nur bleiben, weil der Schließmuskel derselben tonisch contrahirt ist. Demnach besteht hier ein Gegensatz zwischen der Blasenwand und dem Sphincter, der Tonus der erstern ist vernichtet, der Tonus des letztern nicht, er muß aus verschiedenen Quellen herstammen, bei jener aus dem Rückenmarke, bei diesem aus dem Sympathicus. Dem entsprechend fanden Bidder und ich in der Muskelschicht der Blase die animalen Nerven in vorherrschender Menge, und Valentin giebt an, daß der sphincter vesicae zu den organischen Muskeln gehöre, die fast ausschließlich sympathische Nervenfäden enthalten.

H. Muthmaßliche Disposition des Nervensystems.

Wir dürfen annehmen, daß der Ursprung der Nerven an bestimmten Stellen für die Lebensverrichtungen derselben von großer Wichtigkeit sei, aber leider besitzen wir nur wenige Thatsachen, welche über dieses Verhältniß Licht verbreiten. Man ist daher genöthigt gewesen, über den Ursprung der Nerven vorläufig gewisse Hypothesen aufzustellen, und zu versuchen, welche von ihnen für die bereits bekannten Thatsachen am besten passe. Solcher Hypothesen, welche die Ursprungsverhältnisse der Nerven im Großen und Allgemeinen berücksichtigen, giebt es hauptsächlich zwei. Nach der einen entspringen alle Fasern vom Gehirn, womit also eine absolute Continuität der Fasern, die im Gehirn, im Rückenmark und in den Nerven liegen, behauptet wird. Ich werde, da wir auf diese Betrachtungsweise öfters zurückkommen müssen, sie als die Hypothese vom cerebralen Faserursprung bezeichnen. Nach der zweiten Hypothese entspringen die Nervenfasern nicht bloß vom Gehirn, sondern auch von anderen Centralorganen, ich bezeichne sie als die Hypothese von der Vervielfältigung der Faserursprünge. Die erste dieser beiden Hypothesen ist zwar in neuerer Zeit mehrfach mit einer Bestimmtheit vorgetragen worden, die sonst nur für erwiesene Thatsachen in Anspruch genommen wird, aber die Zahl der Anatomen, die ihr angehangen, war wohl zu allen Zeiten eine sehr geringe, und die Zahl der Gründe, die zu ihren Gunsten sprechen, ist noch geringer. Die Hypothese vom cerebralen

Faserursprunge ist vielmehr eine unmögliche, indem einerseits die Dimensionsverhältnisse des Rückenmarkes, welches nach Abgabe zahlreicher Nerven in der Lendengegend nicht dünner, sondern dicker ist, andererseits die Vermehrung der Nervenfasern in den Ganglien ihr direct entgegentreten. Kann man die oben mitgetheilten Erfahrungen über die Vermehrung der Marksubstanz des Rückenmarkes in der Lendengegend und über Vermehrung der Fasern in den Ganglien nicht wegschaffen, so ist die Hypothese von der Vervielfältigung der Faserursprünge eben nicht mehr Hypothese, sondern ein Ausdruck für Thatsachen [1]).

Unverkennbar ist, daß zahlreiche Verhältnisse des Nervenlebens sich unter die zweite Hypothese weit leichter subsumiren lassen, als unter die erste. Hierher gehört zunächst die Disposition des Nervensystems in den niedrigsten Thieren. Die zerstreuten Ganglien der Acephalen sind meines Erinnerns von allen Anatomen als ebenso viele Centra betrachtet worden, von welchen die austretenden Nerven entspringen, auch würde der entgegengesetzten Ansicht jeder Schein der Probabilität fehlen. Was man nun von Acephalen annahm, mußte man nothwendig auch von den Cephalophoren gelten lassen, denn die Lage des einen Ganglions im Kopfe und das Entspringen eines oder einiger Sinnesnerven von ihm, konnte zwar die Wichtigkeit eben dieses Knotens steigern, nicht aber die Bedeutung der übrigen, als Ursprungsstellen minder wichtiger Nerven, zu nichte machen. Die Ganglien der Gliederthiere sind im Wesentlichen von denen der Mollusken gewiß nicht verschieden; sie ordnen sich nur im Bauchstrange nach einem festern Typus an einander, bekommen anatomisch, und wahrscheinlich physiologisch, mehr Zusammenhang, behalten aber dessenungeachtet ihren Charakter als Ausgangspunkte von Nervenfasern und Nervenkräften. In der That hängen der Bauchstrang und seine Seitenzweige mit den sogenannten Hirnganglien oft nur durch so zarte Schlundfäden zusammen, daß die Unmöglichkeit, alle Nerven von jenem abzuleiten, sich auf den ersten Anblick zu erkennen giebt [2]). Ebenso beweis't das Fortbestehen des psychischen Lebens nach Wegnahme des Insectenkopfes, daß der als Hirnknoten bezeichnete Theil auf keinen Fall als physiologischer Ausgangspunkt aller Nervenfasern, also gewiß ebenso wenig als anatomischer, betrachtet werden dürfe. Verfolgt man die Gliederthiere weiter, so findet man bei einigen die seitlich neben einander liegenden Ganglien verschmolzen, bei anderen rücken die in der Larve hinter einander liegenden während der Metamorphose an einander, und erscheinen im vollkommnen Insecte ebenfalls verschmolzen. Wir haben keinen Grund, zu glauben, daß bei diesem materiellen Zusammenschmelzen der Ganglien ihr wesentliches Verhalten sich ändere; waren sie vor der Verschmelzung Ursprungsstätten von Fasern und Ausgangspunkte der Nerventhätigkeiten, so sind sie es nach der Verschmelzung unstreitig noch. Es ist also wenigstens für alle Wirbellosen die Hypothese von der Vervielfältigung der Faserursprünge die bei weitem natürli-

---

[1]) Die außerordentliche Vorsicht, mit welcher ich im nachfolgenden Capitel mich ausgedrückt habe, wird der Leser billigen, wenn ich bemerke, daß die Arbeit Kölliker's eben jetzt erst in meine Hände gekommen ist. Bestätigt es sich, daß Nervenfasern von den Ganglienkugeln des Rückenmarkes entspringen, so ist das, was ich auf so mühsamen Wege zu erweisen suche, unzweifelhaft.

[2]) Man vergleiche das Nervensystem der Larven von Calosoma sycophanta in Burmeister's Abbildungen: Handbuch der Entomologie I. Taf. 16. Fig. 8 B. oder der Meloe variegatus, in Brand und Ratzeburg, medicinische Zoologie II. Taf. 17. Fig.. 2 u. s. w.

chere, aber schon hierdurch empfiehlt sich dieselbe auch für die Vertebraten. Denn man kann mit Gall die Centralorgane der obersten Thierclassen als ein Conglomerat von Ganglien, und namentlich das Rückenmark als eine Verschmelzung so vieler Ganglien, als Spinalnervenpaare vorhanden sind, auffassen [1]). Auf diesem Wege kommt man ungezwungen zu der Ansicht, daß die Gangliennerven der höheren Thiere auch in den Ganglien, die Spinalnerven aber in den Partien des Rückenmarkes entspringen, in welchen sie sich inseriren. Auf keinen Fall war Gall der Erste, welcher diese Ansicht faßte, aber er war meines Wissens der Erste, der sie auf bekannte vergleichend anatomische Thatsachen begründete, unb bei den ersten Anatomen seiner Zeit in Ansehn brachte.

Unter den physiologischen Verhältnissen, welche für die Hypothese von der Vervielfältigung der Faserursprünge sprechen, ist zunächst die eigenthümliche Abhängigkeit des Nerven von seiner Ursprungsstelle zu erwähnen. Nerven, die auch nur mit einem kleinen Abschnitte des Rückenmarkes zusammenhängen, können Anlaß zu reflectorischen Erscheinungen geben, ja sogar den Tonus der Muskeln erhalten. Der letzte Umstand namentlich macht wahrscheinlich, daß die Nerven am Orte der Insertion entspringen, denn am wahrscheinlichsten ist, daß jene Lebensthätigkeiten, welche bei Durchschneidung eines Nerven plötzlich aufhören, bei Querdurchschnitten des Rückenmarkes nur darum fortdauern, weil hier die Integrität der thätigen Fasern unverletzt bleibt. Sehr entschieden gegen die Hypothese vom cerebralen Faserursprung spricht auch die Gegenwart fester und umschriebener Stellen im Rückenmarke, welche als Centralorgane für die Bewegung der Lymphherzen dienen. Wenn das Mark in der Gegend des dritten Wirbels die vorderen Lymphherzen, und das Mark in der Gegend des 7ten und 8ten Wirbels die hinteren Lymphherzen in Bewegung setzt, so drängt sich fast mit Nothwendigkeit die Annahme auf, daß die motorischen Nerven eben da entspringen, wo sie die Impulse ihrer Thätigkeit bekommen [2]). Denn zu welchem Zwecke sollten die Bewegungsnerven der Lymphherzen ihre Wurzeln bis zum Gehirn ausbreiten, da der Boden, von welchem ihre Lebensthätigkeit ausgeht, im Rückenmarke schon gegeben ist? Wir lassen die Athemnerven, inwiefern sie dem unwillkürlichen Athmen vorstehen, in der Medulla oblongata entspringen, weil diese die Grundbedingung ihrer Thätigkeit ist, und Niemand meines Wissens hat verlangt, daß man die Wurzeln dieser Nerven vom Gehirn im engern Sinne ableite. Verlangte es aber Jemand, so würde man eine derartige Prätension mit der Erfahrung zurückweisen, daß die respiratorischen Bewegungen nach Wegnahme des großen Gehirnes noch lange, bei Schildkröten sogar Monate lang, fortdauern. Man erkennt also an, daß der Ursprung motorischer Nerven nicht jenseits ihres regulatorisches Apparates zu suchen sei.

Fast alle bekannten Anatomen haben Nervenfasern an verschiedenen Punkten entspringen lassen und waren also über die Unbrauchbarkeit der Hypothese vom cerebralen Faserursprunge einverstanden, aber sehr verschieden

---

[1]) Es ist hier nicht der Ort, Gall's geistreiche Theorie durch vergleichend anatomische Thatsachen zu unterstützen, was leicht genug wäre; nur darauf werde aufmerksam gemacht, daß nur bei seiner Anschauungsweise eine Einheit in den Typus des Nervensystems zu bringen ist, während sonst jeder Uebergang von den Articulaten zu den Vertebraten wegfällt.

[2]) Es gereicht mir zur großen Genugthuung, zu finden, daß Kölliker aus meinen Erfahrungen dieselben Folgerungen ableitet, a. a. O.

waren die Ansichten darüber, welche specielle Nerven von dem einen oder andern Centralpunkte abgeleitet werden müßten. Gall scheint bei allen Rückenmarksnerven einen localen Ursprung, an der Stelle der Insertion, angenommen zu haben. Serres, Le Gallois und neuerlichst Stilling erklären sich für diese Ansicht ganz entschieden; Bell nahm an, daß nur die respiratorischen Nerven im Rückenmark entsprängen, M. Hall und Grainger dehnten diese Annahme auf alle excito-motorischen Fasern aus, und noch Andere suchten nur den Ursprung der sympathischen Fasern im Rückenmarke. Ich werde hier nur einer Ansicht ausführlicher erwähnen, welche, so weit verbreiteten Glauben sie auch gefunden, mir dennoch zweifelhaft erscheint, der Ansicht nämlich, als ob alle sensibeln und willkürlich motorischen Fasern nothwendig vom Gehirn entspringen müßten. Ich habe dieser Hypothese allerdings nur einen, aber, wie es mir scheint, hinreichend gewichtigen, Grund entgegenzusetzen, die Gestalt des Rückenmarkes nämlich, wovon oben ausführlich gehandelt wurde. Zwar könnten die Rückenmarksnerven neben den Fasern, welche den physischen Functionen dienen, auch andere enthalten, es könnte mit Grainger und M. Hall angenommen werden, daß nur die ersten im Gehirn entsprängen und hiermit würde die Zahl derjenigen Fasern geringer, welche durch ihr Emporsteigen bis zum Gehirn eine allmälige Verstärkung des Markes nach oben veranlassen müßten, indeß würde immerhin die Zahl der Fasern, welche sensible Reize zum Gehirn und Willensreize zu den Muskeln leiten, so beträchtlich sein, daß das Rückenmark in der obern Halsgegend eine ansehnliche Verdickung zeigen müßte, während es umgekehrt hier vorzugsweise dünn ist. Ich kann nicht umhin, diesen Umstand so lange für entscheidend zu halten, bis sich einmal ein gewichtiger Grund finden wird, welcher für den cerebralen Ursprung spricht. Man hat sich in diesem Bezuge auf anatomische Untersuchungen berufen. Ehrenberg, Valentin, Budge sahen mit Hülfe des Mikroskopes die Fasern der Spinalnerven nach oben umbiegen und in die feinen Fasern des Rückenmarkes übergehen. Ich habe gegen diese Beobachtungen nicht das Mindeste, sah vielmehr Aehnliches selbst, aber eben weil ich weiß, was man hier sehen kann, leugne ich die Beweiskraft solcher Erfahrungen. Verfolgt man die Wurzeln der Rückenmarksnerven nach oben, so verschwinden selbst ganze Bündel überaus schnell dem Auge, einzelne Fasern aber, auf deren Verfolgung hier Alles ankommen würde, hat vielleicht noch kein Beobachter auch nur ¼ Linie weit im Rückenmarke verfolgen können. Aus diesem Grunde verzichte ich auch auf die Unterstützung, die meiner Arbeit aus den neuesten Untersuchungen von Stilling und Wallach erwachsen würde, wenn mikroskopische Forschungen in dieser Angelegenheiten entscheiden könnten [1]). Die genannten Autoren versichern, die Ursprünge der Spinalnerven im Rückenmarke gefunden zu haben, aber was in diesem aus den Fasern der Nerven werde und wohin sie gelangen, darüber lehren die mikroskopischen Untersuchungen bis jetzt nichts Zuverlässiges. Ebenso unbedeutend erscheinen mir die Gründe, die man von Seiten der Nervenleitung entlehnen möchte. Man stellt sich vor, die isolirte Leitung von einem Punkte zum andern verlange die Einheit der Faser. Ich bekenne, nicht einzusehen, warum? Verlangt man darum Einheit der leitenden Faser, weil der getrennte Nerv zum Leiten nicht fähig ist? Aber wer möchte eine pathologische Trennung mit einer ursprünglichen Son-

---

[1]) Untersuchungen über den Bau des Nervensystems, 1. Heft; über die Medulla oblongata von Dr. B. Stilling, 2. Heft.

derung vergleichen? Es gab eine Zeit, wo man in den Nerven statt Fasern Kügelchen zu finden glaubte; war damals die Nervenleitung unverständlicher als gegenwärtig? Die Hauptsache ist, daß unzweideutige Erfahrungen beweisen, daß die Nervenleitung auch ohne Continuität der Faser zu Stande komme. Solche Erfahrungen bieten die Reflexbewegungen. Denn wenn Reizung einer kleinen Hautstelle bei geköpften Fröschen eine beträchtliche Menge von Muskeln in Bewegung setzt, so ist nicht im Entferntesten daran zu denken, daß die wenigen sensibeln Fasern, die hier von dem Reize getroffen werden, mit den zahllosen motorischen, welche in Action treten, materiell verbunden sein sollten. Es ist durchaus nicht abzusehen, warum die organisirende Kraft nicht aus 10 Fasern ebenso gut einen isolirenden Leitungsapparat sollte herstellen können, als aus einer continuirlichen, auch leugne ich, um einem mir mündlich gemachten Einwurfe zu begegnen, daß das letzte Mittel vor dem ersten sich durch Einfachheit empfehle, denn diese verhält sich weder in der Mechanik, noch im Organischen umgekehrt wie die Menge der benutzten Theile [1]).

Weit entfernt zu glauben, daß jede Nervenfaser in ununterbrochenem Verlaufe vom Gehirn bis zu den Häuten und Muskeln fortgehen müsse, hoffe ich, nachweisen zu können, daß eine beträchtliche Anzahl von Fasern in den Nerven, mit einer einzigen Verbindungsfaser zum Gehirne, vollkommen ausreiche. Alle motorischen Fasern eines Muskels wirken gleichzeitig und bilden also einen zusammengehörigen Apparat, der, wie das Schlagwerk einer Uhr, durch einen einzigen Faden ausgelös't werden kann. Diese Betrachtung leistet bei Erklärung der willkürlichen Bewegung nicht nur vollkommen dasselbe, was die Hypothese von den continuirlichen Fasern leistet, sondern sie hat noch überdies den Vortheil, verständlich zu machen, warum die Association aller in einem Muskel gelegenen Bündel eine absolut nothwendige ist. Es giebt nämlich Bewegungen, die angeborener Weise und unvermeidlich associirt eintreten, und es giebt andere, die nur zufällig sich associiren, daher Uebung und fester Wille sie wieder sondern kann. Es ist sehr plausibel, anzunehmen, daß erstere auf der Wirksamkeit einer größern Menge von motorischen Fasern beruhe, welche alle zusammen durch ein gemeinsames Band mit dem Gehirn verbunden sind. Auf ganz ähnliche Weise verhält es sich mit den Empfindungsfasern. Weber zeigte, daß zwei Zirkelspitzen von der Haut nur dann als zwei empfunden werden, wenn sie hinreichend weit aus einander stehen. Auf dem Rücken müssen die Spitzen sogar eine Distanz von 30''' haben, wenn es zu einer Unterscheidung der beiden berührten Hautpunkte kommen soll. Wenn also eine Hautfläche von mehr oder weniger ansehnlichem Umfange nicht im Stande ist, zwei distincte Empfindungen zu ermitteln, obschon sie eine Menge sensibler Fasern enthält, deren jede nachweislich empfindet (indem bei Exploration der Haut mit Hülfe einer Nadelspitze kein Punkt zu finden ist, der nicht empfände), so bleibt nichts übrig, als einzugestehn, daß immer eine gewisse Anzahl von Gefühlsnerven, oft sehr viele, zusammen empfinden. Solche Fasern bilden einen Empfindungsapparat, oder, wenn wir ein Bild brauchen dürfen, eine elektrische Batterie, welche, um sich in das Gehirn zu entladen, nur eines Conductors bedarf.

---

[1]) Anlangend die Nothwendigkeit der Continuität der Fasern zur Herstellung isolirter Leitung, so hat dieselbe in physikalischen Verhältnissen keine Begründung. Man kann aus dem Stangenwerke eines Blitzableiters sogar kleine Stücken ausschneiden, und der elektrische Strom bleibt doch in den ihm angewiesenen Conductoren.

Ich kann nach dem Mitgetheilten nicht zweifeln, daß Nervenfasern von sehr verschiedenen Punkten entspringen und kann die Ansicht nicht theilen, daß die im Rückenmarke und in den Nerven gelegenen Fasern ohne Ausnahme die Bestimmung haben, die Schlingen, welche einerseits im Gehirn und andererseits in den peripherischen Organen liegen sollen, in Verbindung zu setzen. Vielmehr glaube ich, daß es verschiedene Strata von Nervenfasern gebe, welche nur eine gewisse Strecke des Nervensystems, nicht aber dessen ganze Länge durchlaufen. Solche gesonderte Strata bilden wahrscheinlich die Fasern des Gehirns, des Rückenmarkes, der animalen Nerven und die Fasern des Sympathicus. Ferner liegt wenigstens ein Ende eines solchen Faserzuges in einem Organe, welches Ganglienkugeln enthält, und muthmaßlich sind es diese, welche den Uebergang der Erregung von einer Fasergattung auf die andere möglich machen.

Diese Ansicht von der Disposition des Nervensystems kann eine hypothetische genannt werden, insofern sich die verschiedenen Fasersysteme nicht unmittelbar sinnlich darstellen lassen; aber sie ist andererseits auch mehr als bloße Hypothese, indem sie die unabweisliche Consequenz ziemlich unzweideutiger Erfahrungen ist. Was uns berechtigt, die Elemente der Rückenmarksnerven und des Sympathicus für gesonderte Fasern zu halten, ergiebt sich aus dem Vorhergehenden; nicht minder triftige Gründe beweisen die Sonderung der Fasern des Gehirns von denen des Rückenmarkes.

Wenn man bei Thieren das große Gehirn scheibenweise von oben nach unten abträgt, so entstehen Anästhesien und Paralysen schon bei Zerstörung der oberen Partien, dagegen Schmerzen und Convulsionen erst bei Zerstörung der untersten. Dies beweis't, daß es Fasermassen giebt, welche zwar Grundbedingungen des Empfindens und Wollens, nicht aber Leiter der sensibeln und motorischen Reize, jedenfalls nicht Leiter solcher Reize sind, welche, auf Rückenmarksfasern angebracht, unfehlbar Empfindung und Bewegung zur Folge haben. Die natürlichste Erklärung dieser viel besprochenen Thatsache liegt in der Annahme, daß das Gehirn aus anderen Fasern bestehe, als das Rückenmark, aus Fasern, die wir mit Bezug auf ihre verschiedenen Lebenseigenschaften uns ebenso wenig als Continua denken sollten, als es uns nicht einfällt, die Fasern der Sehnerven und Hörnerven als continuirliche Fäden zu betrachten, und zwar darum nicht, weil wir die Verschiedenheit ihrer Function kennen. Warum entstehen weder Schmerzen noch Convulsionen, wenn wir die oberen Schichten des Gehirns abtragen und warum entstehen sie, wenn das Messer bis auf die Basis des Gehirns einschneidet? Unstreitig darum, weil die Fasern des Rückenmarkes bis zur Basis des Gehirns eindringen, hier aber enden, oder, wenn man lieber will, anfangen [1]). Man kann der Erfahrung, welche ich so eben geltend machte, eine viel allgemeinere Geltung geben, und behaupten, daß wenn Gehirn, Rückenmark, animale und endlich sympathische Nerven ihre eigenthümlichen Verrichtungen haben, denselben höchst wahrscheinlich eigenthümliche von anderen gesonderte Fasern verliehen wurden. Denn die entgegengesetzte Hypothese, nach welcher sich einfache Nervenfäden vom Gehirne bis zum Muskel oder bis zur Haut ununterbrochen hinziehen, sie bringt die unbequeme Folgerung mit sich, daß eine und dieselbe Faser auf jeder Station ihres langen Weges eine andere Function ausübe!

---

[1]) Ich will nicht unterlassen, zu bemerken, daß Henle derselben Ansicht ist. Allgemeine Anatomie §. 686.

Ich glaube daher, daß zwischen die Fasern des Gehirns und der Nerven ein besonderes Fasersystem eingeschoben sei, welches in Verbindung mit der grauen Substanz und nicht bloß getrieben durch sie, den Tonus, die Association der Bewegungen und die reflectorischen Erscheinungen im ganzen Bezirke der animalen Muskeln zu Stande bringe. Ich bin geneigt, den ganzen Tractus von Längenfasern des Rückenmarkes und der Medulla oblongata hierher zu rechnen, und halte für wahrscheinlich, daß diese weder mit denen des Seelenorgans noch mit denen der Nervenstränge in fortlaufender Verbindung stehen. Diese Betrachtungsweise, die durch so viele anatomische und physiologische Thatsachen unterstützt, um nicht zu sagen gefordert wird, dürfte auch der Pathologie näher liegen als jede andere. Wir haben Hirnkrankheiten der schwersten Art, bei welchen die Functionen des Tonus, des Reflexes und der Association der Bewegungen, die vom Rückenmark ausgehen, sich vollkommen normal verhalten. Nichts scheint natürlicher, als anzunehmen, daß die Elementartheile des Hirns, die von denen des Rückenmarkes gesondert sind, allein erkrankten, während die Anhänger der Fasercontinuität annehmen müssen, entweder, daß ein Stück einer und derselben Faser erkranken könne, ohne den Rest in Mitleidenschaft zu ziehen, oder daß localisirte Krankheitsprocesse im Nervensysteme durchaus nicht von einer Störung der Fasern, sondern nur von Abnormitäten der anderen Elementartheile ausgehen. Beide Suppositionen scheinen mir gleich unwahrscheinlich. Wie also manche Seelenstörungen auf ein Erkranken besonderer Hirnfasern hinweisen, so deuten viele Lähmungen auf ein Kranksein von Fasern, die unterhalb des Sensoriums und doch nicht in den Nerven liegen. In sehr vielen Paralysen ist der Wille nicht im Mindesten gestört, d. h. der Kranke ist sich bewußt, daß der psychische Willensact genau so zu Stande komme, wie früher, obschon der Wille nichts ausrichtet. Hieraus ergiebt sich, daß die Hirnfaser noch thätig und wahrscheinlich auch gesund ist. Wiederum sind die Nerven der gelähmten Extremität noch reizbar, bisweilen sogar für Gemüthsaffecte, und der Grund der Unthätigkeit liegt demnach nicht an ihnen. Es scheint also die Schuld der Lähmung an einem intermediären Fasersysteme zu liegen, welches den Reiz der Willensfaser nicht bis zu den motorischen Fäden der Nervenstränge fortleitet. Auch die Erscheinungen des natürlichen Todes gehören hierher, denn wenn wir die verschiedenen Functionen des Nervenlebens gruppenweise verschwinden sehen, so deutet auch dies, zwar nicht direct auf gesonderte Faserstrata, aber doch auf eine Sonderung der Nervenapparate überhaupt, von welcher die Fasern wahrscheinlich nicht ausgeschlossen sind.

III. Von der Nervenreizbarkeit und von der Fortpflanzung der Reize.

Die allgemeinen Gesetze der Reizbarkeit gelten für die Nerven, wie für alle übrigen Organe, und sollen daher im Folgenden nicht specieller erörtert werden. Gleichwohl können wir einige allgemeinere Fragen nicht ganz umgehen, da sie zum Verständniß des Speciellen unerläßlich sind. Fügen wir hinzu, daß die allgemeinsten Erfahrungssätze über Reizbarkeit fast nur auf dem Gebiete der Nervenlehre gewonnen werden können.

A. Von den Reizen.

Die Denkgesetze, welche keine Wirkung ohne Ursache anzunehmen gestatten, nöthigen uns zu der Annahme, daß jeder Nerventhätigkeit ein Reiz vorausgehe, aber nachweisbar ist der Reiz nicht immer, besonders wenn er vom Organismus selbst ausgeht. In vielen Fällen läßt sich nachweisen daß der Reiz eine mechanische oder chemische Veränderung der Nerven hervorbringt, in vielen nicht. Letztere sind von einigen Physiologen als Wirkungen dynamischer Reize in eine besondere Classe gebracht worden, aber der jetzige Standpunkt der Naturwissenschaften ist dieser Betrachtungsweise durchaus entgegen, und führt uns mehr und mehr zu der Ueberzeugung, daß jedes organische Geschehen, und so auch die Nerventhätigkeit, von gewissen Bewegungen der organischen Materie selbst abhänge. Die Zahl der Mittel, welche durch mechanisches oder chemisches Eingreifen in die Nerven, die Veranlassung zu Lebensthätigkeit in diesen geben können, ist zwar allerdings bedeutend, aber doch geringer, als man gewöhnlich annehmen dürfte. Nur wenn adäquate Reize den Nerven treffen, functionirt dieser.

Merkwürdig ist, daß sehr viel mehr Reizmittel den sensibeln Nerven adäquat sind, als der motorischen. So werden namentlich die sensibeln Hautnerven durch jede Art mechanischer Störung, durch fast alle mineralischen und pflanzlichen Säuren, durch die Alkalien, durch die meisten Salze, durch Alkohol, Aether, ätherische Oele, Wärme, Kälte und Elektricität zu Empfindungen veranlaßt. Nur wenige Substanzen, wie fette Oele, manche Gifte u. s. w. werden bei unmittelbarer Application auf die Nerven nicht wahrgenommen. Bei den motorischen Nerven dagegen sollen nach Alexander von Humboldt mehrere der kräftigsten Säuren und Salze, desgleichen Alkohol, ohne Wirkung bleiben. Unter den sensibeln Nerven scheinen die der höheren Sinnesorgane darin den motorischen ähnlich, daß weniger Reize für sie adäquat sind. Unter den Reizmitteln ist die Elektricität vielleicht das einzige allen Nerven adäquate, wenn nicht selbst hier der Riechnerv auszunehmen ist. Die Wärme und Kälte hat keinen merkbaren Einfluß auf die Energien der Sinnesnerven und die gewöhnlicheren mechanischen Reize wirken weder auf den Geschmack noch auf den Geruch.

Die obenerwähnte Nothwendigkeit der Reize im Nervenleben kann leicht zu der Vermuthung Anlaß geben, daß mit Wegnahme des Reizes, welcher eine bestimmte Thätigkeit hervorruft, eben diese Thätigkeit verschwinden müsse. Diese Vermuthung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir sehen, wie häufig Verminderung eines wirksamen Reizes eine Verminderung der Erregung, ja vollständige Ruhe hervorbringt. Gleichwohl verhält sich die Sache in vielen Fällen anders. Als Beispiel diene die Wärme. Eine sehr hohe Temperatur erzeugt Schmerzen und Muskelzuckungen, beide Wirkungen verlieren mit Abnahme der äußern Wärme an Heftigkeit, und beide verschwinden in gemäßigter Temperatur vollständig. Fahren wir aber fort, in der Verminderung des Reizmittels, lassen wir noch weniger Wärme, oder um dem Sprachgebrauche zu folgen, höhere Kältegrade einwirken, so entstehen wieder Schmerzen und Zuckungen. Es wirkt also nicht bloß Vermehrung der Reizes, sondern auch Verminderung desselben, und wir sehen, daß die Wirkungen in beiden Fällen sich im höchsten Grade ähnlich sind. Dieses, auf den ersten Blick irrationelle, Verhältniß wiederholt sich in allen Fällen, wo die Reize, mit welchen man operirt, zu der Classe der sogenannten Le-

bensreize gehören, und gerade hierin liegt die Auflösung des Räthsels. Es giebt Reize, welche die Natur vonvornherein in das organische Geschehen mit verrechnet hat, und welche zur Durchführung dieses Geschehens absolut unentbehrlich sind. Es versteht sich von selbst, daß solche Reize mit bestimmten Größen in das organische Getriebe introducirt sind, woraus dann weiter folgt, daß wenn dieselben in zu großer oder in zu kleiner Menge eintreten, das Getriebe eine Veränderung erfahre, die bei einem Uebermaße, gleichviel ob des Plus oder des Minus, zu Störungen, ja endlich zu Zerstörung des Organs führen muß. Die Veränderungen und Störungen des Organs können aber nicht ohne Einfluß auf die Functionen bleiben, sie haben zur Folge, daß die Lebensactionen, welche bei passender Größe des Reizes ihren normalen und wenig bemerkbaren Gang gehen, zu Abweichungen und Excessen fortgerissen werden, die, mögen sie nun von einem Zuviel oder einem Zuwenig des Reizmittels ausgehen, immerhin Lebensthätigkeiten bleiben. Daß also die Negation des Reizes ebenso wohl als die Position desselben Lebensthätigkeiten veranlasse, ist nicht im Mindesten auffallend, aber es ist sogar erklärlich, warum die Wirkungen in beiden Fällen so übereinstimmend ausfallen. Nämlich der positive wie der negative Reiz rüttelt an einem Organe, welches durch seinen bestimmten Bau zu bestimmten Functionen genöthigt ist. Jede alterirende Potenz, welche in seine Thätigkeit eingreift, wird entweder diese Thätigkeit vollkommen vernichten, oder ihr den angebornen Charakter im Wesentlichen lassen müssen. Die Wärme, die Nahrungsmittel und die Luft sind die wesentlichsten unter den äußeren Potenzen, die nicht nur zur Herstellung des Lebens überhaupt unentbehrlich, sondern noch überdies in ziemlich genau bestimmten Größen nothwendig sind. Die von ihnen ausgehenden Reize haben die doppelte Scala der positiven und negativen Größen, und wirken um so auffälliger, je mehr sie sich von dem rechten Maße nach der einen oder andern Seite entfernen. Bei weitem die meisten Reize verhalten sich nicht in dieser Weise, sie gehören mehr zu den zufälligen Bedingungen des organischen Geschehens, als zu den unveräußerlichen Ursachen, und veranlassen daher, wenn sie fehlen, nur den Wegfall gewisser Erscheinungen, nicht aber eine neue, so zu sagen negative Reihe von Wirkungen. Solche Reize pflegen die Nerven um so mehr zu alteriren, je massenhafter sie dieselben angreifen und die gewöhnliche Folge der Vermehrung des Reizes ist die, daß eine Zeit lang immer auffallendere Nervenactionen zum Vorschein kommen, dann aber eine Abnahme und endlich gänzliches Verschwinden derselben eintritt. Es giebt indeß einige Mittel, wie die organischen Gifte, welche die Nerventhätigkeit zerstören, ohne vorher jene in die Augen fallenden Phänomene veranlaßt zu haben, welche wir, nicht ganz passend, gesteigerte Erregung nennen. Stellt man sich vor, wozu wir den vielfältigsten Anlaß haben, daß alle organische Thätigkeit auf einer Molecularbewegung beruhe, und nehmen wir an, was ebenfalls nahe liegt, daß alle Reize durch Erzeugung von Molecularbewegung wirken, so könnte man diese Fälle durch die Hypothese erklären, daß es Reizmittel gebe, welche Bewegungen produciren, die den schon vorhandenen entgegengesetzt sind, woraus Bewegungslosigkeit und also Tod hervorgeht.

Wirkten die Reize auf einen Organismus, dessen Reizbarkeit sich immer gleich bliebe, so könnte mit einigem Rechte angenommen werden, daß der Grad der Erregung der Größe des Reizes entsprechen müsse. Indeß ist der Organismus nicht nur im Allgemeinen höchst veränderlich, sondern

wird gerade durch die Einwirkung der Reize vielfältig alterirt, so daß die Größe der Erregung mit der Größe des Reizes in keinem entsprechenden Verhältnisse steht. Bereits bemerkt wurde, wie Steigerung des Reizes allmälig eine Veränderung des Nerven bedinge, die ihn zu ferneren Wirkungen untauglich mache; es ist hinzuzufügen, daß übermäßige Reize die Erregbarkeit bisweilen mit einem Schlage vernichten, in welchem Falle jede lebendige Rückwirkung auf den Reiz ausbleibt. Das Maximum des elektrischen Reizes, im Blitze, und einzelne Fälle der heftigsten Gemüthsbewegung geben Beispiele hierzu. Andererseits kommen Fälle vor, wo Reizmittel die Reizbarkeit vermehren, natürlich nur vorübergehend, und nur auf das Vorübergehende der Wirkung kann es sich beziehen, wenn Joh. Müller das Factum in Abrede stellt[1]). Zwar besitzen die Alkalien das Vermögen, die Reizbarkeit zu steigern, nicht, wie man aus mißverstandenen galvanischen Experimenten in früherer Zeit folgerte, aber die Narkotica besitzen es ohne allen Zweifel. Sie vermehren nicht die Erregbarkeit der Nerven im Allgemeinen, sondern die Erregbarkeit des Rückenmarkes im Besondern, und werden daher bei Experimenten über Reflexbewegung vielfach angewendet, wenn eine Verstärkung der Erregungsphänomene beabsichtigt wird. Es ist wohl ziemlich wahrscheinlich, und bis zu einem gewissen Punkte empirisch nachweisbar, daß alle Reize unter passenden Umständen die Erregbarkeit vermehren. Wenn nämlich Reize durch Erzeugung von Molecularbewegung wirken, so muß eine Zeit kommen, wo die durch den vorhergehenden Reiz gesetzte Erregung die Einwirkung des folgenden begünstigt. Dieser Zeitpunkt wird dann eintreten, wenn die im Nerven erzeugte Molecularbewegung dem motorischen Impulse des zweiten Reizes leichteres Spiel macht, ohne daß die Größe der Bewegung die Molecüle aus der Bahn treibt, innerhalb welcher die lebendige Bewegung allein möglich ist. Hierauf beruht es, daß man bei Reizversuchen mit Galvanismus so oft sieht, daß ein motorischer Nerv durch wiederholtes Reizen erst in lebhafte Action kommt; deßgleichen, daß entzündete Theile auch für die leiseste Berührung im höchsten Grade empfindlich sind. Nach dem, was früher über Lebensreize gesagt worden ist, kann nicht befremden, daß auch Mangel von Reizen die Reizbarkeit steigere. Dieser Fall ist nicht mit dem zu verwechseln, wo Mangel der Reize durch Gestattung von Ruhe die abgestumpfte Reizbarkeit wieder herstellt. Es handelt sich vielmehr darum, daß übermäßige Verminderung solcher Reize, welche als mitwirkende Potenzen in den Plan des Lebens verrechnet sind, Entmischungen in den Nerven veranlassen, welche ihrerseits ebenfalls mit Molecularbewegungen verbunden sind, die den eintretenden motorischen Impulsen förderlich werden. Hierher gehört die gesteigerte Erregbarkeit nach großen Blutverlusten, bei Hungernden u. s. w.

Alle diese Steigerungen der Reizbarkeit durch Reize, welche im Vorhergehenden betrachtet wurden, sind pathologisch, oder stehen wenigstens an der Grenze des Krankhaften; aber die Reizbarkeit kann auch dauernd durch Reize vermehrt werden, nämlich durch eine häufig wiederholte und vorsichtig abgemessene Anwendung derselben. Hierauf beruht die außerordentliche Verfeinerung des Getastes bei Blinden. Diese in der Sphäre der Gesundheit verharrende Steigerung der Nervenkraft nimmt, wie Joh. Müller richtig bemerkt, durch dieselben Processe zu, wodurch sie beständig wieder erzeugt wird, nämlich durch die beständige Reproduction der Theile aus dem Gan=

---

[1]) Handbuch der Physiologie. 4. Aufl. §. 545.

zen; nur sehe ich keinen Grund zu leugnen, daß es Arzneimittel geben könne, welche diese heilsamen Wirkungen der Reproduction ebenso einleiten, wie jene Reizmittel, deren wir uns bei Uebung der Kräfte mit Vortheil bedienen. Ich möchte nicht einmal zweifeln, daß erfahrenen Aerzten derartige Heilmittel wirklich zu Gebote ständen, nur ist die Verblendung Derer zu beklagen, die nach nervenstärkenden Panaceen statt nach Mitteln suchen, die für einen vorliegenden bestimmten Fall diejenigen Reproductionsveränderungen mit sich bringen, welche der gesunkenen Nervenkraft zu Hülfe kommen[1]).

Nach dem Mitgetheilten kann ich keinen Anstoß an der Erfahrung nehmen, daß Reize, welche sich häufig wiederholen, bisweilen die Empfänglichkeit der Nerven erhöhen, unter anderen Umständen aber vermindern, worauf auch beruht, daß wir von der Gewöhnung ganz entgegengesetzte Erfolge, bald Abstumpfung, bald verfeinerte Sensibilität der Nerven, ableiten. Hierin findet Spies einen derartigen Widerspruch, daß er paradoxer Weise die Möglichkeit der Abstumpfung ganz leugnet[2]). So soll die Gewöhnung an höhere Hitzegrade nicht von einer verminderten Empfänglichkeit der Nerven, sondern von einer Veränderung der sie umgebenden Haut abhängen, eine Behauptung, welche um so mehr auffallen muß, da zugestanden wird, daß Frauen mit zarten Händen, eben in Folge der Gewohnheit, oft heißere Gegenstände zu halten befähigt sind, als Männer mit schwieligen. Wie mag es nun kommen, daß Menschen, welche anhaltend in sehr grellem Lichte arbeiten, sich nicht nur an dieses gewöhnen, sondern es zuletzt sogar bedürfen; sollen auch hier die Theile, durch welche das Licht dringt, also die durchsichtigen Mittel, die Ursache abgeben, weßhalb der Reiz weniger wirke?

Es ist unleugbar, daß die Thätigkeit der Nerven an eine gewisse materielle Beschaffenheit derselben gebunden ist, und diese materielle Beschaffenheit wird durch die Einwirkung des Reizes in etwas geändert. Die Sache der Ernährung ist es, diese Veränderung wieder auszugleichen. Wird mit Hülfe derselben die Beschaffenheit des Nerven vollkommen wieder hergestellt, so wird er nachmals genau in derselben Weise thätig also auch reizbar sein, wie vorher; wird er dagegen bei dem Restaurationsgeschäft irgend wie verändert, so wird auch seine Thätigkeit und Irritabilität eine andere sein müssen, als vordem. Es ist nicht der mindeste Grund, zu zweifeln, daß diese Nutritionsveränderungen ebensowohl zum Vortheil als Nachtheil der Erregbarkeit ausfallen können, vielmehr lehrt die Erfahrung ganz direct, daß Beides vorkomme. Warum nun die Nutrition gereizter Theile bisweilen zum Vortheil, bisweilen zum Nachtheil der Irritabilität der Nerven umändere, dies ist freilich nicht nachweisbar, nur ist dieses Warum hier nicht dunkler, als in irgend einem Falle, wo es sich um die letzten Ursachen des Lebens handelt.

B. Von der Größe der Erregung.

Ich habe im vorhergehenden Abschnitte wiederholt von starker und schwacher Erregung gesprochen, ohne anzugeben, an welchem Maßstabe ihre

---

[1]) Die Anwendung der alterantia, wie des Feuers, in Lähmungen, betrachte ich, wenn nicht bestimmte Indicationen für Anwendung eines bestimmten Alterans vorhanden sind, als ein Experiment, welches angestellt wird, um ein nervenstärkendes Mittel zu suchen. Wie sehr häufig diese Experimente fehlschlagen, ist bekannt.

[2]) a. a. O. S. 472.

Größe gemessen werden solle. Eine Erklärung hierüber ist schwierig, aber gerade deßhalb nothwendig.

Man kann die Größe der Erregung zunächst in der Weise bestimmen, daß man sich an ihre sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen hält, und die Quantität dieser mißt, so gut es gehen will. Aber leider ist diese Messung fast nie mit Schärfe ausführbar. Soll die Energie einer Nerventhätigkeit bestimmt werden, so hat man einerseits ihre momentane Lebhaftigkeit, andererseits ihre Ausdauer zu berücksichtigen; aber selbst wenn man im Stande wäre, jede dieser Größen mit Präcision zu messen, so könnte man sie doch nicht durch Rechnung, sondern nur nach subjectiver Schätzung, zu einer gemeinschaftlichen Größe zusammenlegen, wie nöthig wäre, wenn man über die Quantität der Erregung im Ganzen urtheilen wollte. Noch übler ist, daß selbst die Größe jener einzelnen Seiten der Erregung, namentlich ihre momentane Lebhaftigkeit, nicht immer mit Genauigkeit bestimmbar ist. Eine ziemliche Präcision gestattet scheinbar die Schätzung der motorischen Nervenkraft. Diese wird in den Muskelcontractionen sinnlich wahrnehmbar, und die Kraft der Muskeln können wir allerdings an gehobenen Gewichten mit großer Genauigkeit abmessen. Bei reiflicher Ueberlegung findet sich indeß, daß man nicht sowohl die Erregung der motorischen Nerven, als vielmehr die Wirkung des Muskels gemessen, denn es ist einleuchtend, daß die Muskelkraft, die man abwog, das Product zweier Factoren ist, des motorischen Nerven nämlich und der contractilen Faser. Niemand wird leugnen wollen, daß ein Muskel, auch bei kräftigster Erregung seines motorischen Nerven, nur kleine Gewichte in Bewegung setzen wird, wenn seine specifische Faser an pathologischer Schlaffheit leidet. — Nicht leichter ist es, den Grad der Erregung in empfindenden Nerven zu messen. Befolgen wir hier dasselbe Princip und halten uns an die sinnlich wahrnehmbaren Phänomene, so sind wir an den rein subjectiven Maßstab der Empfindung selbst verwiesen, wir schätzen den Grad der Erregung nach der Lebhaftigkeit der Sensation. Eine solche Schätzung ermangelt der Controle eines objectiven Maßes, sie hat den großen Uebelstand, nur innerhalb der Grenzen des eigenen Organismus ausführbar zu sein, und erlaubt endlich nur eine Schätzung der Thätigkeiten, welche in einem und demselben Nerven oder doch in analogen vor sich gehen. Denn ob der Sehnerv, welcher in helles Licht sieht, oder die Haut, welche vom Sonnenbrande leidet, sich in stärkerer Erregung befindet, darüber sagen die Empfindungen nichts, weil sie nicht vergleichbar sind. — Schon das Gesagte reicht aus, zu zeigen, daß es unmöglich ist, die Größe der Erregung durch Messung der Erregungsphänomene genau zu ermitteln; aber diese Unmöglichkeit wird noch viel einleuchtender, wenn wir bedenken: daß die in die Sinne fallenden Phänomene nur die eine nach außen gekehrte Seite des gesammten Erregungsprocesses ausmachen, auf dessen Schätzung es ankommt.

Da jede Erregung das Product des anregenden Reizes und des erregbaren Organs ist, so könnte eine zweite Art, die Größe der Erregung zu schätzen, die sein, daß man die Größe ihrer Factoren ermittelte. Bei dem Mangel eines Maßstabes, welcher exacte Messungen möglich machte, ist auch diese Methode ganz zu entbehren, nur muß man sich bewußt bleiben, wie sehr die Resultate, die sie bietet, nur ungefähre sein können. Die größte Schwierigkeit liegt eben darin, daß wir mit einem Producte zweier Factoren zu thun haben, daß also die gemessene Größe des einen zu gar nichts führt, wenn wir nicht gleichzeitig die Größe des andern kennen. Leider ist in den

meisten Fällen kaum die eine dieser Größen mit Genauigkeit zu messen, viel weniger beide. Was den Reiz insbesondere anlangt, so sind allerdings die Fälle nicht selten, wo wir die präsumtive Kraft desselben nach physikalischen Principien beurtheilen und mit Hülfe von Maß und Gewicht genau bestimmen können. Indeß mahnen selbst in solchen Fällen die exacten Wissenschaften zur Vorsicht. Man hat die Erfahrung gemacht, daß gewisse Substanzen, welche zu ihrer Auflösung eine ansehnliche Menge Wasser bedürfen, bei Zusatz einer noch größren Wassermenge niederschlagen. In ganz ähnlicher Weise befördert die Wärme den Auflösungsproceß bei gewissen Temperaturen, und hemmt ihn bei höheren. Dieselbe dehnt das Wasser aus, wenn sie über 4° steigt, aber nicht minder, wenn sie unter 4° sinkt. Man kann also schon von dieser Seite nicht unbedingt sicher sein, daß mit der Größe des Reizes der Effect desselben wachsen müsse, aber viel directer widersprechen dieser Annahme die Farben und deren Einfluß auf das Auge. Die Farbe, welche das Auge am wenigsten reizt, und bei welcher gereizte Augen am besten ausruhen, ist das Grün, und doch steht dieses in der Mitte des Farbenspectrums, und der grüne Lichtstrehl erregt das Auge durch Oscillationen von mittlerer Schnelligkeit. Auf das ganz eigenthümliche Verhältniß der sogenannten Lebensreize, die sowohl bei Vermehrung als Verminderung über das normale Maß einen irritativen Tumult veranlassen, wurde oben schon aufmerksam gemacht. — Was zweitens die Reizbarkeit anlangt, so ist sie bei Abschätzung der Irritation darum praktisch unbrauchbar, weil ihre eigene Größe viel zu wenig bekannt, und, wenn irgend bestimmbar, nur aus dem Grade einer bekannten Erregung deducirbar ist.

Die Mittel, welche wir besitzen, die Größe der Erregung zu messen, sind also allerdings äußerst unvollkommen; wenn man sich aber darum gestritten, ob Schmerz auf vermehrter oder verminderter Thätigkeit der sensibeln Nerven beruhe, so liegt dies nicht sowohl an der Unvollkommenheit unserer Maßbestimmungen, als vielmehr an der Schwierigkeit, nachzuweisen: wie sich eine bekannte Größe der Erregung zu den Kräften verhalte. Die Erregung beruht auf einem Freiwerden gewisser Kräfte und die Größe der Erregug ist das einzige Maß eben dieser Kräfte. Aber freilich werden bei einer Erregung unendlich selten alle Kräfte des Nerven frei, vielmehr bleiben eine Menge Kräfte als Vermögen zu künftigen Wirkungen übrig. Wenn man von Nervenkraft überhaupt spricht, so kann man von diesen letzteren Kräften auf keine Weise abstrahiren, sie sind vollkommen ebenso wichtig, als die durch den Reiz in's Spiel tretenden, denn sie sind es, die den Nerven dem alterirenden Einflusse des Reizes gegenüber halten und ihm seine lebendige Zukunft sichern. Indem nun nichts schwieriger ist, als bei vorkommenden Erregungen zu entscheiden, wie viel neben der wirklichen Kraft noch mögliche, oder, wie ich vorher mich ausdrückte, wie viel Vermögen zu künftigen Leistungen übrig bleibt, so ist jede Schätzung der Nervenkraft etwas äußerst Vages und muß in vielen Fällen als unberechtigtes Urtheil vollkommen zurückgewiesen werden.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu der Frage zurück, was Schmerz sei, so kann die Richtigkeit der von Romberg und Henle aufgestellten Behauptung: Schmerz sei vermehrte Thätigkeit der sensibeln Nerven, nicht im Mindesten bezweifelt werden. Durch den schmerzerzeugenden Reiz sind Kräfte in's Spiel gesetzt worden, deren sinnlich wahrnehmbares Phänomen die Schmerzempfindung selbst ist. Das einzige Maß für diese freigewordenen Kräfte ist die Intensität der Empfindung, und das Bewußtsein sagt

uns unmittelbar, daß der Schmerz ein intensiveres ist, als ein normales Tastgefühl. Es ist daher nicht einmal nöthig, darauf Rücksicht zu nehmen, was sonst von Wichtigkeit sein würde, daß gerade dieselben Reize, welche vermehrte Thätigkeit der motorischen Nerven veranlassen, in den sensibeln Nerven Schmerzen erzeugen, und daß Steigerung des Reizes auch Steigerung des Schmerzes veranlasse. — Wenn Stilling und Hirsch den Schmerz als Schwäche betrachteten, so hat eine derartige Behauptung überhaupt nur Sinn, inwiefern sie auf die Nervenkraft im Ganzen reflectirten. Eine solche Reflexion ist statthaft, kann aber nie ein allgemeines Urtheil begründen. Denn der Schmerz oder die freiwerdende Empfindungsthätigkeit kann sich mit einem Viel und einem Wenig jener übrigbleibenden Vermögen verbinden, welche den zweiten Theil der Nervenkraft ausmachen, darum kann die Summe der Kraft bald eine große, bald eine kleine sein.

C. Von der specifischen Reizbarkeit der Nerven.

Die Nerven reagiren auf scheinbar ganz ungleichartige Reize in sehr ähnlicher Weise. Bewegung entsteht, wenn ein motorischer Nerv von dem Reize des Willens getroffen wird, aber sie entsteht auch, wenn man den Nerven schneidet, kneipt, zerrt, brennt, elektrisirt oder mit Alkali betupft. Dem entsprechend entstehen in den sensibeln Nerven unter dem Einflusse der verschiedensten Reize Empfindungen, ja es sollen sogar im Sehnerven unter dem Einflusse der verschiedensten Reize Lichtempfindungen, und nur solche, entstehen. — Auf diese Erfahrungen hat man die Lehre von der specifischen Reizbarkeit begründet. Ihr zufolge hätte jeder Nerv nur eine scharf begrenzte, durch seine Organisation immanent bedingte Energie, welche durch jeden äußern Reiz aus ihrer Ruhe geweckt werden könnte, ohne sich in ihrer Eigenthümlichkeit durch die Natur der äußern Einwirkung stören zu lassen. Ich glaube mit Lotze, daß dieser Theorie sehr wesentliche Bedenken entgegenstehen, obschon ich sie nicht umkehren, und, wie mein geachteter Freund, behaupten möchte, daß jede specifische Empfindung auch immer nur durch einen specifisch bestimmten Reiz hervorgebracht werde, und mit diesem sich ändere[1].

Schwerlich wird Jemand leugnen mögen, daß die Function, welche ein Nerv ausübt, immer als Consequenz eines physikalischen Vorganges im Nerven selbst auftrete. Tritt auf Veranlassung eines Reizes eine Function auf, die vordem zwar nicht ganz fehlte, aber doch in unmerkbarer Schwäche, vielleicht auch in anderer Form vorhanden war, so werden wir consequenter Weise annehmen müssen, daß das, was in der lebendigen Nervensubstanz continuirlich vorgeht, sich irgendwie verändert habe. Wie sollte nun wohl ein Reiz den Anlaß zur Veränderung solcher Vorgänge geben können, ohne an der Qualität der Veränderung und folglich an der Beschaffenheit der Function einen Antheil zu haben? Mit Recht fügt Lotze hinzu, daß die außerordentliche Seltenheit subjectiver Empfindungen im Gehör-, Geruchs- und Geschmacksnerven der Annahme einer specifischen Reizbarkeit sehr im Wege stehe, denn könnte und müßte jeder Reiz die eingeborenen Energien dieser Nerven auslösen, warum kämen sie aus subjectiven Gründen nicht häufiger vor? Nur im Auge bemerken wir häufig subjective Lichterscheinungen, und die Theorie hat sich dieser Ausnahmen bemächtigt, als wenn sie die Regel bildeten. Aber die Lehre von der specifischen Reizbarkeit findet

[1] H. Lotze, Allgemeine Pathologie und Therapie. Leipzig 1842. S. 164.

selbst im Sehnerven Schwierigkeiten. Warum erzeugen die Erzitterungen der Luft, welche im Gehörorgan ein Tönen veranlassen, im Auge kein Sehen? Es ist nicht der mindeste Grund zu zweifeln, daß die Oscillation eines heftigen Schalles zum Sehnerven hindurchdringen, aber wahrscheinlich ist diese Form von Oscillation kein adäquater Reiz! Aehnliche Fälle finden sich in großer Anzahl, und wir haben in einem frührern Abschnitte darauf aufmerksam gemacht, wie eine Menge von Reizen, welche in den sensibeln Nerven Empfindungen vermitteln, in den motorischen ohne Reaction bleiben.

Ein Erfahrungsgesetz von entscheidendem Einfluß auf die streitige Frage scheint mir die Wiederherstellung der Erregbarkeit durch Verwechselung der Reize. Wenn man durch lange galvanische Reizung einen Nerven erschöpft hat, so müßte nach der Theorie der specifischen Reizbarkeit entweder gar kein Reiz oder höchstens ein größerer als der vorhergehende, die eingeborne Energie aus ihrem Todesschlummer wecken können. Statt dessen genügt es, die Stellung der Pole zu verwechseln (Voltaische Alternative), worauf der andere, aber nicht größere, Reiz, als das den Umständen nach adäquate Mittel, die Thätigkeit wieder in's Spiel bringt. Dies Alles hätte darauf hinweisen sollen, daß das Specifische des Reizes an dem Specifischen der Reaction einen Antheil habe. Ohnehin konnte und wollte man den Einfluß der Reize auf die Größe der Erregung nicht in Abrede stellen, und es war eine sonderbare Inconsequenz, den Reizen in der Kategorie der Qualität den Einfluß abzusprechen, welchen man in der Kategorie der Quantität so bereitwillig anerkannte. Man vergaß, daß es nur einer graduellen Fortführung des Quantums bedarf, um in das qualitativ Verschiedene hinüber zu springen.

So wenig ich mich überzeugen kann, daß die Beschaffenheit des Reizes für die Qualität der Reaction ein Gleichgültiges sei, ebenso wenig kann ich zugeben, daß den Nerven specifische Energien in der Ausschließlichkeit zukommen, wie die oben erwähnte Theorie behaupten möchte. Ich will die von mehreren Seiten bestätigte Angabe Magendie's, daß Durchschneidung der Sehnerven nie Schmerz, sondern nur Lichterscheinungen bedinge, nicht in Frage stellen; mir genügt die Bemerkung, daß die rothe Lichtwelle eine andere Empfindung als die blaue, und eine langsam schwingende Saite einen andern Ton als eine schnell schwingende vermittelt. Hiermit ist die Lehre von der specifischen Reizbarkeit in ihrem Grunde erschüttert! Freilich ist das Sehen des Rothen und des Blauen immerhin ein Sehen, aber ebenso gewiß ist ersteres ein anderes als letzteres, und es fehlt jede Berechtigung, aus Vorliebe für das vorhandene Analoge das nicht minder vorhandene Disparate bei Seite zu werfen. Der unbefangene Sinn wird die qualitative Differenz der Farbenempfindungen nie in Abrede stellen, indem er, vollkommen richtig, das quale der Empfindung nur am Empfinden selbst prüft. Die Theorie, welche jedem Nerven eine specifische Energie zuschreibt, leugnet die qualitative Verschiedenheit der Farbenempfindungen, allem Anscheine nach auf den nichtssagenden Grund hin, daß die Oscillationen, welche den Farben zu Grunde liegen, nur quantitativ unterschieden sind.

Nach meiner Ansicht hängt Quantitat und Qualität der Erregung ebensowohl von der Natur der Nerven, als von der Beschaffenheit der Reize ab. Jeder Nerv also fungirt, vermöge eingeborner Eigenschaften in einer gewissen Sphäre, aus welcher er nicht herauskann. So leiten einige Nerven, in Folge ihrer Structur, nur nach innen, andere nur nach außen, und unter denen, welche nach innen leiten, sind einige so gebaut, daß sie nur

Lichtempfindungen vermitteln können, andere nur Tastempfindungen. Andererseits aber hat die Sphäre, in welcher sich die Energien eines Nerven bewegen, eine gewisse Breite, und innerhalb dieser verändert sich die Function nach dem Anstoße von außen. Der Nerv bietet den äußeren Einflüssen verschiedene Angriffspunkte, und je nachdem der eine oder der andere getroffen wird, wird von verschiedenen möglichen Functionen die eine wirklich.

Ich gebe also gar nicht zu, daß verschiedene Reize in demselben Nerven eine identische Function vermitteln, sondern ich kann nur zugeben, daß verschiedene Reize Functionen vermitteln, die durch ein Gemeinsames unter sich in näherer Beziehung stehen. Inwieweit dies erklärlich sei, ist später zu untersuchen; hier mag nur noch bemerkt werden, daß zufolge der Theorie, welche für besondere Thätigkeiten specifische Nerven verlangt, die Zahl solcher Nerven in's Unendliche vermehrt werden könnte. Nämlich die Empfindung, bei welcher man jetzt, als bei einer einfachen Species willkürlich stehen bleibt, hat bei näherer Betrachtung ihre Subspecies. So könnte man dem Sehnerven specifische Fasern für verschiedene Farben, und den Hautnerven Fasern für Wahrnehmung des Druckes, der Temperatur, des Kitzels, der Wollust u. s. w. zuschreiben[1]). Wollte man hierauf entgegnen, nach den vorliegenden Erfahrungen scheine es, daß diese Subspecies von Empfindungen durch eine und dieselbe Nervenfaser ausgeführt werden könnten, so müßte man doch zugeben, daß analoger Weise durch einen und denselben Nerven Thätigkeiten zu vermitteln sein müßten, welche sich nicht bloß als Subspecies, sondern als Species zu einander verhielten. Hieraus ergiebt sich, daß die Breite der Sinnesenergien nicht nach allgemeinen Principien beurtheilt, sondern nur durch specielle Erfahrungen ermittelt werden könne, und hiermit erhält die Lehre von der specifischen Reizbarkeit eine ganz andere Richtung, als ihr einer der geistreichsten Physiologen unserer Zeit zu geben suchte. Denn da nach dem Obigen die Annahme specifischer Energien, welche, ungeachtet der verschiedenartigsten Reize, ihren prästabilirten Formen folgen, nichts weniger als nothwendig, vielmehr aus theoretischen Gründen verdächtig ist, so können die wenigen, nur am Menschen, und beinahe ausschließlich am Sehnerven, gemachten Beobachtungen zur Begründung allgemeinerer Folgerungen durchaus nicht ausreichen. Die Bemerkung von Treviranus, daß verschiedene Thiere durch die Haut Licht empfinden, wäre demnach vonvorneherein nicht unglaublich, vielmehr müßte sie, bei der Autorität eines so ausgezeichneten Beobachters, bis auf gründliche Widerlegung eine gewisse Geltung behalten. — Aber die Consequenzen des oben Bemerkten reichen noch weiter. Wenn die Breite der Energien eines Nerven von seiner Structur und Mischung abhängt, so muß dieselbe durch constitutionelle Verhältnisse sowohl Beschränkungen als Ausdehnungen erfahren können. In der That giebt es Menschen, welche gewisse Farben nicht unterscheiden können, und es giebt Andere, welche, fast taub, das feinste musikalische Gehör haben. Wenn nun nach Versicherung der Magnetiseurs die Fingerspitzen und die Magengegend der Sonnambülen für Licht empfänglich werden, so können wir solche Angaben nur als unzulänglich erwiesen, nicht aber als absurd in sich selbst verwerfen. — Hiermit ist beiläufig die Frage über die Möglichkeit vicarirender Empfindungen beantwortet. Die Möglichkeit ihrer Vorkommens ist unbestreitbar, und unser empirisches

[1]) Nathanson hat im Archiv für physiol. Heilkunde, III. S. 515., eine derartige Classification der Nerven wirklich vorgenommen.

Wissen vom Nervenleben viel zu unsicher, um ein Endurtheil zu gestatten. Das Einzige, was sich mit Sicherheit sagen läßt, ist, daß hinreichende Beweise für wechselseitige Vertretung der Nerven noch nicht vorhanden sind[1]).

Die Lehre von der specifischen Reizbarkeit hat zur Folge gehabt, daß man die Function der Nerven in zu enge Grenzen einzwängt. Indem man von der Ueberzeugung ausging, daß jeder Nerv seine angeborene specifische Energie habe, war man zu schnell geneigt, eine Energie, die man zufällig bemerkt hatte, für die specifische und einzige zu halten. Man übersehe nicht, wie wir die Erkenntniß jener Nerventhätigkeiten, die wir specifische zu nennen pflegen, gewonnen haben, offenbar durch ziemlich exclusive Berücksichtigung derjenigen Fälle, wo die Function aus ihrem normalen Stillleben, in Folge stärkerer oder ungewöhnlicher Reize, gleichsam lärmend hervortrat. Wenn wir einen schmeckbaren Körper auf die Zunge bringen, entsteht Geschmack, und dieser, sagt man, sei die specifische Function der Geschmacksnerven. Aber wir haben sehr selten etwas Schmeckendes auf der Zunge, und wäre wirklich der Geschmack die einzige Function des Nerven, so fungirte derselbe überaus wenig. Dies anzunehmen, ist unstatthaft. Mit besonderer Klarheit hat Henle entwickelt, wie der Nerv, so lange er lebt, immer fungiren müsse, und wie die Ruhe des Nerven, welche so häufig für absolute Unthätigkeit genommen werde, nur ein Minus der Action sei. Henle kam hierbei auf seine Theorie der unbewußten Empfindungen, gegen welche ich mich im Artikel »Gehirn« schon ausgesprochen habe; ich wiederhole nur, daß die Nothwendigkeit eines beständigen Fungirens der Sinnesnerven (denn ohne dieses wären sie todt) keineswegs die Nothwendigkeit eines continuirlichen Empfindens mit sich bringe. Der Nerv könnte möglicher Weise noch anders fungiren, als in der Energie der Empfindung, und so ist es wirklich. Der Nerv ist unabläßig thätig, z. B. im Processe seiner Selbsterhaltung, und in der Wechselwirkung mit dem lebendigen Ganzen, aber er fungirt in der Weise seiner sogenannten specifischen Energie nur zu gewissen Zeiten, dann nämlich, wenn passende Anstöße von außen dem Strome des Nervenprincipes, um mich bildlich auszudrücken, die erforderliche Richtung geben. Ist der Anstoß vorüber, so kehrt der Strom in das alte Bett zurück. Genug, man unterschätzt die Breite der Nerventhätigkeit unfehlbar, wenn man nur die sinnlich wahrnehmbaren und auffallenden Erscheinungen berücksichtigt, welche bei Reizversuchen den Anschein engbegrenzter Energien veranlassen, was anzuerkennen an sich schon wichtig, aber für die Theorie der specifischen Reizbarkeit ein Cardinalpunkt ist. Denn wenn einmal ein Theil der Nerventhätigkeit latent ist, so läßt sich nicht sagen, ob das Latente und das Offenliegende in den Charakteren der von uns willkürlich angenommenen Species übereinkommen.

Wir haben nun die Frage zu untersuchen, warum sich unter dem Einflusse der verschiedenartigsten Reize, welche auf Nerven wirken, eine so wunderbare Uebereinstimmung in den Erfolgen zeige. — Ein Theil des Wunderbaren verschwindet sogleich, wenn wir bedenken, daß die Verschiedenheit der Reizmittel sich vielleicht auf solche Qualitäten derselben beziehe, welche in der Wechselwirkung zwischen ihnen und dem Nerven entweder gar nicht, oder am dritten Orte in Wirkung treten. So erregt Brechweinstein den Brechact, mag man ihn in reinem Wasser oder in gefärbtem, in einem süßen

---

[1]) Man vergleiche die ganz andere Auffassung dieser Verhältnisse bei Joh. Müller, Handbuch der Physiologie, 4. Aufl. I. 667.

oder in einem bittern Saft aufgelöst haben. Die Gleichheit der Wirkung der, allerdings ungleichen, Medicamente hängt offenbar davon ab, daß gewisse Qualitäten der letzteren, wie z. B. die Farbe, gar keine Angriffspunkte finden, andere dagegen, wie der Geschmack, zwar eine Wirkung äußern, jedoch an einem Punkte, von welchem wir aus Nebenrücksichten abstrahiren. Der physikalische Proceß, welcher das Reizmittel in der Nervensubstanz hervorbringt, ist uns viel zu wenig bekannt, als daß nicht allen, auch den verschiedensten, Reizen ein analoges Moment der Erregung zu Grunde liegen könnte. Selbst in der anorganischen Welt bringen Einwirkungen von scheinbar ganz verschiedener Art die gleichen Effecte hervor. Ein eiserner Stab wird magnetisch durch Bestreichen mit dem Magnetsteine, ebenso durch einen spiralförmig um denselben gewickelten elektrischen Draht, ja er wird es sogar durch einen Schlag mit dem Hammer, wenn man die Vorsicht braucht, ihn in der Richtung der magnetischen Linie zu halten. Wenn nun das Eisen durch solche, scheinbar ganz ungleichartige Behandlungen zu demselben magnetischen Vermögen disponirt wird, so liegt dies unstreitig nur daran, daß hinter der scheinbaren Differenz der äußeren Einflüsse eine wesentliche Gleichheit der Wirkungen versteckt liegt. Ebenso kann es sich bei den Reizen verhalten, die wir als vollkommen verschieden zu betrachten gewohnt sind.

Hiermit soll nicht behauptet werden, daß alle jene Reize, welche den sensibeln Nerven zu Empfindungen anregen, absolut gleichartig wirkten. Wir haben uns überzeugt, daß die sinnlich wahrnehmbaren Nervenfunctionen nur einen Theil der Lebensthätigkeit ausmachen, die wirklich vorhanden ist, es bleibt also möglich, daß die scheinbare Gleichheit der Reaction auf verschiedene Reize nur eine scheinbare ist. Die verschiedenen Reize bringen sehr wahrscheinlich immer verschiedene Effecte hervor, nur nicht gerade in der Sphäre der Nerventhätigkeit, die sich durch auffallende Phänomene dem Auge des Beobachters von selbst aufdrängt.

Nicht eben selten ist die Verschiedenheit der Reaction sogar sinnlich wahrnehmbar, und die prätendirte Gleichheit derselben beruht, wie schon bemerkt, auf einer Abstraction, welche Alles, was in eine gewisse Form des Geschehens nicht hineinpaßt, als gleichgültiges Beiwerk wegwirft.

Dessenungeachtet ist zuzugeben, daß die specifischen Reactionen der Nerven, welche in Folge verschiedener Reize eintreten, nur unter Mitwirkung des Organismus in dem Grade gleichartig ausfallen können, als wir sie kennen. Dies ist in dem Vorhergehenden ausdrücklich anerkannt worden, und mein Plan ging nur dahin, zu zeigen, daß der quantitative und qualitative Charakter der Nerventhätigkeit in gleichem Maße von der Natur der Nerven und des Reizes abhänge.

Man hat gefragt, ob die specifischen Nerventhätigkeiten von den Nerven selbst oder vom Gehirn abgeleitet werden müssen. Henle läßt wenigstens die specifischen Empfindungen in den Nerven selbst zu Stande kommen, und verlangt für das Gehirn nur das Vermögen, diese Empfindungen in das Bewußtsein überzuführen. Valentin dagegen glaubt, daß die anatomische Gleichheit der Fasern eine Verschiedenheit der Function nicht zulasse; er nimmt an, daß jede Nervenfaser nur empfangene Impulse weiter leite, und daß das Specifische des Effects durch Vermittlung des Gehirns zu Stande komme. Nach meiner Ansicht ist bei Beantwortung jener Frage eine derartige Alternative gar nicht zulässig. Was man als specifische Nerventhätigkeit betrachtet, ist zum einen Theile Product unserer Abstraction, indem wir das,

was gleichartig ist, in den Erregungen auf Unkosten des Ungleichartigen hervorheben, — sie ist zweitens Product der Reize, welche trotz ihrer scheinbaren Verschiedenheit, doch in ihren wesentlichsten Kräften übereinstimmen, — sie ist drittens zwar allerdings Product des Organismus, aber, inwiefern sie es ist, gewiß nicht Product eines einzelnen Organs, sondern mehrerer, welche sich gegenseitig in ihren Wirkungen unterstützen und corrigiren. Denn gleichmäßige Rückwirkungen auf ungleichmäßige Einwirkungen setzen die Gegenwart eines Corrections-Apparates voraus, der jeder Kraft, welche das Bezweckte gefährdet, ein Hemmungsmittel entgegenstellt, oder welcher geeignet ist, die einwirkenden Kräfte zu zerfällen, uud den Theil derselben, welcher den beabsichtigten Wirkungen nicht günstig sein würde, nach einer andern Seite abzulenken, wo er noch Nebenzwecken dienen kann. Ein solcher Apparat wird immer ein sehr zusammengesetzter sein müssen, und weder die Nervenfaser noch die Hirnfaser allein genommen, dürften zur Herstellung eines solchen geeignet sein.

D. Ausbreitung der Erregungen durch Längenleitung.

Die Wirkung eines Reizes beschränkt sich nicht auf die Stelle des Nerven, welche primär getroffen wird, sondern geht weiter, und in vielen Fällen sind die sinnlich wahrnehmbaren Folgen der Erregung nicht an dem Collisionspunkte, sondern nur am dritten Orte wahrnehmbar. Bekanntlich nennt man dieses Vermögen der Nerven, Reize, welche sie an einem Punkte empfangen haben, an einem andern geltend zu machen, das Leitungsvermögen.

In vielen Fällen ist die Leitung nachweislich an die Fasern gebunden und geschieht in der Längenachse derselben. Reizen wir z. B. einen motorischen Nerven an seinem Ursprunge, so entsteht eine Zuckung in einem entlegenen Muskel, und reizen wir einen Hautnerven am peripherischen Ende, so entsteht im Sensorium jene Erregung, ohne welche der empfindungserzeugende Vorgang nicht zum Bewußtsein kommt. Wird aber ein Nerv durchschnitten oder unterbunden, so kann weder Reizung des peripherischen Endes Empfindung, noch Reizung des centralen Endes Bewegung vermitteln, was zu dem Schlusse berechtigt, daß das Auftreten der Erregung an einem dritten Orte von einem physikalischen Processe abhänge, bei welchem die Wirkung von einem Theilchen auf das andere übergeht, ohne irgend ein zwischenliegendes überspringen zu können. Ein solcher Proceß setzt Bewegung voraus. Die Annahme, daß die Nervenleitung auf Bewegung beruhe, erscheint mir daher ganz unabweislich, und hypothetisch bliebe nur die Art der Bewegung, welche entweder auf Strömungen irgend einer noch unbekannten Substanz oder auf Oscillationen beruhen könnte.

Nicht bloß in den Stämmen und Zweigen der Nerven, sondern auch in den Centralorganen kommen unzweideutige Erscheinungen der Längenleitung vor. Das Rückenmark, dessen Faserung in der Hauptsache eine longitudinale ist, verhält sich insofern wie ein starker Nervenstamm, als Durchschneidung desselben in der Querrichtung das Zustandekommen willkürlicher Bewegungen und die Empfindung in allen Theilen vernichtet, deren Fasern durch die Operation eine Unterbrechung erfahren haben. Bekannt ist ferner, daß die Kreuzung der Fasern in den Pyramiden Veranlassung giebt, daß Störungen der Hemisphären auf der gegenüberliegenden Seite des Stammes und der Extremitäten sich geltend machen, woraus wiederum die Längenleitung ersichtlich wird. Nach so vielen Erfahrungen ist wahrscheinlich, daß jeder Nervenfaser das Vermögen der Längenleitung zukomme.

Die Thatsache, daß künstliche Trennung der Fasern die Längenleitung

aufhebt, kann nicht beweisen, daß es der Natur unmöglich gewesen wäre, durch Aneinanderschiebung zweier Fasern hintereinander die Längenleitung auszuführen. Zahlreiche Thatsachen, welche darauf hinweisen, daß Längenleitung durch Vermittlung mehrerer, hintereinander gelegener Fasern wirklich zu Stande komme, sind in einem frühern Abschnitte zusammengestellt worden (II. H.).

Vom physikalischen Standpunkte aus ist möglich, daß der Proceß der Längenleitung von jedem Ende der gereizten Faser nach dem gegenüberliegenden, oder von dem Mittelpunkte derselben nach beiden Enden hin zu Stande komme. Dagegen wird durch physiologische Erfahrungen angedeutet, daß die Leitung in jeder Faser nur nach einer Seite hin vor sich gehe. In manchen Nerven zeigen sich die sichtbaren Erfolge der Erregung nur auf der Seite der Peripherie, in anderen umgekehrt nur auf der Seite des Centrums, worauf die Unterscheidung centripetaler und centrifugaler Fasern beruht. Mit Recht haben G. H. Meyer und J. W. Arnold bemerkt, daß die sichtbaren Erfolge kein entscheidendes Urtheil über die Vorgänge gestatten, welche sich der sinnlichen Wahrnehmung bisher entzogen haben, oder sogar sich nothwendig entziehen müssen. Mit Bezug hierauf ist die Frage, ob es Fasern giebt, welche ausschließlich nach einer Richtung wirken, nicht nur unentschieden, sondern unentscheidbar. Wenn wir, wie kaum zu vermeiden, die Absonderung der Thränen unter den Nerveneinfluß des Ramus lacrimalis bringen, so müssen wir entweder annehmen, daß dieser, den centripetalen Nerven zugerechnete Ast auch centrifugale Fasern enthalte, oder einräumen, daß dieselben Fasern zu Wirkungen nach beiden Seiten befähigt sind. A priori ist Leitung nach beiden Seiten nicht nur nichts Unmögliches, sondern hat sogar den Schein des Wahren für sich. Es ist nämlich schwierig, sich vorzustellen, wie ein Reiz, welcher die Mitte der Faser trifft, eine Bewegung von einseitiger Richtung einleiten sollte. Verwandt mit der eben behandelten Frage ist die, ob die Fortpflanzung des Erregungsprocesses über die ganze Länge der gereizten Faser sich erstrecken müsse, oder noch vor Zurücklegung des ganzen Weges inhibirt werden könne. Ich werfe diese Frage nur auf, weil gewisse Erfahrungen allerdings zu der Hypothese Anlaß geben, daß die in der Faser vor sich gehende Strömung oder Oscillation einen Aufenthalt erführe. So werden wir uns mancher sinnlicher Eindrücke (etwa eines Glockenschlages) manchmal viel später bewußt, als der Reiz in unserem Sinnesorgane sich geltend macht. Freilich bleibt zweifelhaft, ob derartige Fälle auf eine Hemmung der Längenleitung hinweisen; noch näher liegt wohl die Annahme, daß die Erregung bis zu ihrem Endziele richtig durchdringe, daß aber das Sensorium sich zufällig in einem Zustande befinde, welcher für augenblickliche Aufnahme des zugeführten Reizes nicht geeignet ist. Entscheidend aber würden die reflectorischen Erscheinungen sein, wenn vollkommen sicher wäre, daß die vielen dem Bewußtsein entgehenden Reflexe immer durch Excitation der sensibeln Fasern zu Stande kämen. In diesem Falle wäre unzweifelhaft, daß der Proceß der Längenleitung in den Conductoren der Sensibilität unterbrochen und die mit demselben verbundene Erregung seitlich abgeleitet würde. Allerdings bliebe selbst in diesem Falle möglich, daß die Längenleitung nur in ihren merkbaren Erfolgen, nicht aber in allen eine Hemmung erführe.

Die Möglichkeit partieller Hemmung der Längenleitung beweisen aber die Reflexphänomene jedenfalls. Wenn wir einen geköpften Frosch an der Zehe eines Hinterfußes leise reizen, bewegt sich nur diese, reizen wir stärker, bewegt sich der ganze Schenkel, und bei noch kräftigerem Reize bewegen sich auch die vorderen Extremitäten. Es giebt also Fasern, welche den Reiz bis zu

den Bewegungsnerven der vordern Extremität fortleiten können, und wenn dies bei leiser Reizung nicht geschieht, so zeigt sich, daß der leise Reiz im Leitungsapparate einen Aufenthalt erfahre, welcher ihn hindere, bis zu dem Punkte durchzudringen, bis zu welchem er ohne diesen Aufenthalt hätte durchdringen müssen.

Die Erscheinungen, welche die erregte Nervenfaser zu vermitteln bestimmt ist, können durch Reizung jedwedes Punktes der Faser hervorgerufen werden, aber das Dogma ging zu weit, wenn es behauptete, die Anspruchsstelle des Reizes sei ein Gleichgültiges. Sehr viele Beobachter haben die Bemerkung gemacht, daß motorische Nerven nahe am Eintritt in die Muskeln am lebhaftesten wirken, und umgekehrt ist es mir oft aufgefallen, daß Reizung der vorderen Rückenmarksstränge mit einer Nadelspitze, auch bei frischgetödteten Fröschen viel schwieriger Bewegung veranlaßt, als Reizung der Nerven. Anlangend die sensibeln Nerven, so erregt wiederum die Reizung der peripherischen Enden weit auffallendere Erfolge, sowohl lebhaftere Empfindungen als kräftigere Reflexbewegungen. Ich habe darauf hingewiesen, daß bei den Fröschen ein Stück Haut, welches mit dem Körper nur noch durch Nerven und Blutgefäße zusammenhängt, oft bei den leisesten Reizen Reflexbewegungen erregte, während die Durchschneidung der Nervenfäden, welche dieses Hautstück mit dem Körper verbanden, ohne allen Erfolg blieb[1]). Valentin bestätigt diese Beobachtung, und Arnold konnte bei Fröschen, denen er die Haut des einen Hinterschenkels abgezogen hatte, von dieser Extremität aus weder Schmerzenszeichen noch Reflexe veranlassen, was theilweise davon abhängen mochte, daß der Theil der Faser, welcher am feinsten empfindet, durch die Operation entfernt war.

In allen Nerven gehorcht die Längenleitung dem Gesetze der Isolation, d. h. die Erregung verbleibt in der Faser oder dem Faserzuge, welcher unmittelbar gereizt wurde, und geht nie auf Nachbarfasern seitlich über. Reizt man also ein einzelnes Nervenbündel, so zucken ausschließlich die Muskeln, welche von ihm motorische Fasern erhalten, und durchschneidet man eins oder mehrere Nervenbündel, so geht Empfindung und freiwillige Bewegung in den Theilen, welche durch jene Bündel ihre Fasern erhielten, unfehlbar verloren, es kann der unverletzt gebliebene Theil des Nerven den durchschnittenen nicht ersetzen. Alltägliche Beobachtungen lehren, daß auch in den Centralorganen isolirte Längenleitung vorkomme. Wir sind im Stande, ein einzelnes Fingerglied zu bewegen, und der Punkt der Haut, welcher von einer Nadelspitze berührt wird, als einzelnen Punkt zu empfinden. Gleichwohl liegen die Nervenfasern, welche hier die Träger der Erregung sind, neben zahllosen anderen, besonders im Rückenmarke, und müßten den ganzen Körper in Erregung bringen, wenn nicht auch in diesem Falle die isolirte Leitung sich geltend machte.

E. Ausbreitung der Erregung durch Querleitung.

Für die Fasern der Nerven scheint die isolirte Leitung unumstößliches Gesetz, für die Fasern der Centralorgane ist sie es nicht, vielmehr können diese, selbst im normalen Leben, ihre Erregung den Nachbarfasern mittheilen, was ich Querleitung nennen will. Wenn nämlich Berührung der Bindehaut des Auges ein unfreiwilliges Schließen der Augenlieder, oder wenn Schnupftabak, den man genommen, Niesen erregt, so ist klar, daß die Erregung nicht im Verlaufe der Faser verblieben, sondern auf andere Fasern übergegangen ist. Dasselbe gilt von allen Sympathien. Man könnte sich denken, daß

---

[1]) Müller's Archiv. 1838. S. 25.

auch die willkürlichen Bewegungen, welche als Folgen gewisser Empfindungen auftreten, mit einem Uebergang der Erregung von den sensibeln Fasern auf die motorischen verbunden wären. Denn wenn der Gebrannte die Hand zurückzieht, so ist zwar ein Seelenact das Bindeglied zwischen Sensation und Bewegung, ja der Wille hätte die letztere gar nicht auszuführen brauchen, aber den psychischen Act begleitet nothwendig ein physiologischer, und dieser könnte wohl als ein Ueberspringen der Erregung vom sensibeln Nerven auf den motorischen gedacht werden, wenn man nicht vorzieht, an Inductionsverhältnisse zu denken, wovon später. — Die Hauptschwierigkeit entsteht dadurch, daß in den Centralorganen beide Formen der Leitung vorkommen; in der That kennen wir die Gesetze, nach welchen die eine oder die andere von beiden gefordert wird, noch nicht.

Die Fragen, welche wir uns in diesem äußerst wichtigen Abschnitte der Neurologie vorzulegen haben, sind folgende:

1. Sind es bestimmte Fasern, welchen ausschließlich die Eigenthümlichkeit zukommt, ihre Erregungszustände auf andere überzutragen?

Diese Frage scheint verneint werden zu müssen.

Zunächst beweisen die Reflexbewegungen, welche von jedem Punkte der Haut erregt werden können, daß den sensibeln Nervenfasern das Vermögen der Querleitung im weitesten Umfange zukomme. Giebt man zu, daß die in Folge sinnlicher Eindrücke unternommenen willkürlichen Bewegungen einen physiologischen Vorgang voraussetzen lassen, der dem ähnlich ist, welcher bei Reflexbewegungen stattfindet, so dürfte allen sensibeln Nervenfasern das Vermögen, ihre Erregungszustände auf motorische Fasern überzutragen, zugesprochen werden müssen. Dabei ist die Natur der motorischen Faser etwas Gleichgültiges, denn die consecutiven Bewegungen zeigen sich nicht bloß in der Sphäre der cerebrospinalen Nerven, sondern auch der sympathischen. So können Schmerzen Beschleunigung des Pulses vermitteln u. s. w.

Die Erregung der sensibeln Faser kann auch auf andere sensible Fasern übergehen; auf diese Weise entstehen associirte Empfindungen. So erzeugen gewisse Töne ein Gefühl von Rieseln im Rückgrath; Reizung der Nasenschleimhaut bedingt das Gefühl von Ueberreizung im Auge, und das Säugen der Neugebornen verursacht der Mutter Nachwehen. Im kranken Körper sind Beispiele von Mitempfindung nichts Seltenes [1]). Die Erregung sensibler Fasern kann auf die der höheren Seelenorgane überspringen, so entstehen in Folge von Schmerzen und Wunden, bisweilen selbst ohne begleitende Fieber, Delirien. (Dupuytren's Delirium traumaticum.)

Die Bewegung motorischer Fasern springt auf andere motorische über und veranlaßt eine Association verschiedener Bewegungen. So verziehen sich beim Heben schwerer Gewichte die Gesichtsmuskeln; das Streben, den vierten

[1]) Sollte nicht die Stumpfheit vieler Empfindungen auf dem Processe der Querleitung beruhen? Wenn zwei Sehnervfasern, welche von verschiedenen Lichtstrahlen getroffen werden, ihre Erregungszustände sich mittheilen, so muß das Distincte der Empfindung hierunter leiden. Der Mangel des musikalischen Gehörs beruht vielleicht darauf, daß die Nervenfaser, welche empfinden soll, ihre Empfindung auch anderen Fasern mittheilt, die nicht empfinden sollen. Für diese Ansicht spricht die Erfahrung, daß man durch Uebung die Sinne schärfen kann. Man lernt wahrscheinlich hierbei, die Empfindung zu isoliren, wie etwa der Aequilibrist lernt Bewegungen zu isoliren, welche Ungeübte nicht ohne Association anderer Bewegungen auszuführen im Stande sind.

Finger zu beugen, veranlaßt bei den meisten Menschen eine gleichzeitige Flexion des dritten, und jede Anstrengung eines willkürlich beweglichen Theils hat Beschleunigung des Herzschlages zur Folge. Im höhern Alter und bei Reconvalescenten erzeugt angestrengte Bewegung einzelner Muskeln leicht unwillkürliches Zittern in vielen anderen.

Endlich geht die Erregung auch von motorischen Fasern über auf sensible. Angestrengte Bewegungen erzeugen das Gefühl der Anstrengung, welches von dem Gefühle des Druckes zu verschieden ist, als daß es von einer Quetschung der sensibeln Nerven durch die contrahirten Muskeln erklärt werden dürfte. Auch wird man bemerken, daß wenn man mit großem Kraftaufwande die Faust ballt, das Gefühl der Anstrengung sich über den ganzen Arm verbreitet, also nicht auf die contrahirten Muskeln beschränkt ist. Ich hebe dies hervor, weil ich das Gefühl der Anstrengung bei kräftigen Bewegungen für den unzweideutigsten Beweis halte, daß Erregungen der motorischen Nerven auch auf sensible übergehen. Die heftigen Schmerzen bei Krämpfen scheinen mir nicht beweisend, sie können in manchen Fällen von einer Krankheitsursache abhängen, welche sensible und motorische Nerven zugleich trifft; in anderen Fällen, wie beim Wadenkrampf, sind sie höchst wahrscheinlich Folge des Druckes, denn sie beschränken sich auf den krampfhaft zusammengezogenen Muskel. Stromeier hat, wie es mir scheint, in seiner Lehre von der Combination der sensibeln und motorischen Nerventhätigkeit das Vorkommen von Erregung sensibler Fasern durch motorische überschätzt. Zu den Uebertreibungen rechne ich die Annahme, daß die Schärfe der Sinnesempfindungen durch eine Spannung der Muskeln des Sinnesorganes bedingt werde. Würde die Reizbarkeit der Netzhaut z. B. durch Contraction der inneren geraden Augenmuskeln gesteigert, wie Stromeier aus der Verengerung der Pupille folgert, so wäre gesteigerte Reizbarkeit mit Contraction der Pupille auch bei Contraction aller übrigen Augenmuskeln zu erwarten, wenigstens ist ein Erregungszustand der motorischen Nerven in dem einen Falle so gewiß vorhanden, als im andern.

Eine zweite Frage ist: Wo kommt die Uebertragung von Erregungszuständen zu Stande? Daß nur die Centralorgane das Ueberspringen des Reizes von einer Faser auf eine andere gestatten, ist schon bemerkt worden, es fragt sich indeß weiter: ist jede Stelle der Centralorgane zu diesem Ueberspringen geeignet? Diese Frage scheint bejaht werden zu müssen, vorausgesetzt, daß von Stellen die Rede ist, wo die Fasern und die Kugelmasse in Berührung kommen. Factisch ist, daß die Erregungszustände der sensibeln Nerven durch jedes Stück Rückenmark auf motorische Fasern übertragen werden können; dies beweisen die Erfahrungen über Reflexbewegungen auf das Vollständigste. Daß im Gehirn eine Uebertragung des Reizes von gewissen Fasern auf andere stattfinde, versteht sich für Jeden von selbst, der zugiebt, daß eine Combination verschiedenartiger Seelenthätigkeiten, geschehe sie nun gleichzeitig oder in der Zeitfolge, nicht ohne eine entsprechende Combination physiologischer Processe möglich sei. Am meisten zweifelhaft war bisher, ob ein Ueberspringen der Erregung auch in den Ganglien zu Stande komme; wir werden dies in einem besondern Abschnitte über die Ganglien als wahrscheinlich darstellen.

Nach dem Vorhergehenden scheint anzunehmen, daß eine Querleitung an jeder Stelle des Nervensystems vorkommen könne, wo Fasern und Ganglienkugeln beisammen liegen, aber eben deßwegen ist im concreten Falle nicht mit Sicherheit nachweisbar, an welchem bestimmten Orte das Ueberspringen der Erregung stattfinde. So nimmt Joh. Müller an, die Association der willkürlichen Bewegungen geschehe im Gehirn. Nach seiner Darstellung sind die

Anfänge aller willkürlichen Nerven im Gehirn explicirt, und man könnte sich dieselben wie die Tasten eines Claviers vorstellen, welche der Gedanke anschlägt oder spielt, indem er die Strömung oder Schwingung des Nervenprincipes in einer gewissen Anzahl Primitivfasern und dadurch Bewegung veranlaßt. Es würde nun, um das Bild fortzuführen, in der Mechanik des Hirnbaues liegen, daß die Bewegung einer Taste leicht eine Bewegung der benachbarten Taste nach sich zöge, oder, wenn man lieber will, daß der spielende Gedanke leicht statt einer Taste zwei ergriffe. Auch ich halte diese Vorstellungsweise für angemessen, besonders bei normaler Association von Bewegungen, möchte jedoch nicht behaupten, daß sie für alle Fälle ausreiche. Der Wille könnte die Tasten richtig anschlagen und die Oscillation der Saite könnte eine Schwingung von Nachbarsaiten bedingen, d. h. ohne Bild: der Uebergang des Erregungszustandes von einer motorischen Faser auf die andere könnte statt im Seelenorgan im Rückenmarke zu Stande kommen. Ich würde geneigt sein, anzunehmen, daß Letzteres in vielen Fällen annormaler Mitbewegungen geschehe, wenigstens ist thatsächlich, daß bei Rückenmarksleiden Combinationen von Bewegungen vorkommen, die im gesunden Leben nicht eintreten. Das Zittern bei angestrengten Bewegungen ist vielleicht immer auf ein Ueberspringen der Erregung im Rückenmarke zu beziehen.

Wenn bis vor Kurzem die Physiologie zu sehr geneigt war, die Sympathien durch Vermittlung des Sympathicus zu erklären, so ist sie, wie ich glaube, jetzt in das entgegengesetzte Extrem verfallen, indem sie ihm fast jeden Einfluß abspricht. Es ist zuzugeben, daß man die Sympathien durch den Proceß der Querleitung im Gehirn und Rückenmark erklären *kann*, aber es ist in vielen Fällen unerwiesen, daß man sie so erklären *muß*. Sehr mit Recht bemerkt *Lotze*, daß die sensibeln Sympathien kranker Eingeweide auch darauf beruhen können, daß Erregungszustände im Innern des Sympathicus selbst weiter geleitet werden, so daß distante sensible Fasern an ihren peripherischen Enden in den Ganglien in Mitleidenschaft gesetzt werden. Daß die associirten Bewegungen organischer Muskeln durch den Sympathicus vermittelt werden, ist zum Theil schon aus einem frühern Abschnitte ersichtlich und wird in der Lehre von den Ganglien noch klar werden.

Eine dritte Frage würde die sein: *Auf welche bestimmte Fasern geht die Erregung anderer bestimmten Fasern über?* Wir besitzen zur Beantwortung dieser Frage vor der Hand kaum mehr als eine Masse unzusammenhängender Erfahrungen, und es ist um so weniger wahrscheinlich, daß wir die Gesetze, von welcher die Uebertragung abhängt, so bald finden werden, als eine Menge von Nebenumständen das Ueberspringen der Erregung auf dieses oder jenes Nervenbündel motiviren. Die Erregung einer empfindenden Faser kann auf sensible, aber sie kann auch auf motorische übergehen, die Sympathie kann in benachbarten Organen, aber auch in solchen auftreten, welche weit auseinander liegen, und, was die Hauptsache ist, die Beispiele zu diesen Möglichkeiten kommen nicht nur in verschiedenen, sondern in denselben Organen vor. Hieraus ergiebt sich, daß das Vermögen der Querleitung gewissen Fluctuationen unterliege, deren organische Bedingungen noch ermittelt werden müssen, ehe von einer tiefern Einsicht in das Wesen der Sympathien die Rede sein kann. Es ergiebt sich aber auch zweitens, daß die Querleitung in den meisten Fällen wenigstens auf wandelbaren, also wahrscheinlich chemischen, Qualitäten der Fasern, und nicht auf festen Structurverhältnissen beruhe. Die Annahme, daß zwischen der Faser, welche den Reiz abgiebt, und derjenigen, welche ihn annimmt, eine nähere anatomische Verbindung, wie etwa eine Anastomose

oder dergleichen, bestehe, könnte höchstens auf die wenigen Fälle passen, wo die Uebertragung des Reizes nicht nur constant bei jeder Erregung, sondern auch constant in Bezug auf Richtung und Ausdehnung zu Stande kommt.

Wenn wir also die Frage aufwerfen, auf welche bestimmte Faser die Erregung anderer bestimmter Fasern übergehe, so kann von mehr gar nicht die Rede sein, als diejenigen organischen Bedingungen ausfindig zu machen, welche innerhalb der mehrerwähnten Fluctuationen sich geltend machen. Mit Bezug hierauf läßt sich sagen, daß die größere oder geringere Reizung der Fasern, Erregungszustände auf andere überzutragen, von dem Grade der Nähe abhänge, in welcher dieselben neben einander liegen. So veranlaßt Reizung eines sensibeln Nerven am leichtesten motorische Reaction in den Muskeln, deren Bewegungsnerven zunächst an der Stelle entspringen, wo der gereizte Empfindungsnerv in's Centralorgan eintritt. Aus demselben Grunde erscheint uns ein gelb und blau gestreifter Stoff um so entschiedener grün, je feiner derselbe gestreift ist, und die Mitempfindungen, die ein kranker Zahn veranlaßt, treten in anderen Zähnen, im Ohr, in den Wangen, kurz in benachbarten Theilen auf. Dieser Uebergang der Erregung von benachbarten Fasern auf benachbarte erscheint so sehr a priori nothwendig, daß die entgegengesetzten Fälle von Ueberspringen der Erregung auf räumlich getrennte Nerven die Annahme krankhafter Verhältnisse oder einer besondern und minder gewöhnlichen Mechanik der Faserung voraussetzen lassen. In der That sehen wir in Krankheiten oft genug Mitempfindungen und Mitbewegungen in ziemlich entlegenen Theilen auftreten. Indeß kommen auch im gesunden Körper Beispiele vor, wo Reize gewisser Nervenfasern auf andere mehr oder weniger entfernte überspringen, und zwar im strengsten Wortsinne überspringen, indem zwischenliegende Fasern unbetheiligt bleiben. Dies ist der Fall, wenn Reizung der Nase Niesen veranlaßt. Hier trifft der Reiz primär die sensibeln Quintusäste, er springt aus diesen über auf zahlreiche Bewegungsnerven, besonders die, welche der Respiration dienen, übergeht aber andere Nerven, die eben so nahe und näher liegen, besonders viele empfindende, aber auch manche motorische, wie die kleine Wurzel des Trigeminus selbst. Ein solches Uebersetzen des Reizes in Sprüngen bei normalen Irritabilitätsverhältnissen erscheint als etwas durchaus Irrationales, wenn man das Bild der Querleitung fest im Auge behält. Wie die kreisförmige Welle, welche entsteht, wenn man einen Stein in's Wasser wirft, sich continuirlich und ohne Unterbrechung excentrisch ausbreitet und im Verlaufe immer schwächer wird, so müßte die Wirkung eines Reizes sich ebenfalls von dem erregten Punkte aus allseitig, ununterbrochen und mit allmälig abnehmender Intension fortsetzen. So geschieht es auch in vielen Fällen wirklich, z. B. bei Reizung der Haut durch Feuer. Ich glaube daher, daß in solchen Fällen, wo entfernte Theile auch im gesunden Leben in Sympathie treten, eine besondere Einrichtung bestehen müsse, um diese möglich zu machen. Es ist nicht schwer, sich ein Verhältniß der Faserung zu denken, welches diesen Zwecken entsprechen würde. Schon die gewöhnliche Plexusbildung ist ausreichend. Bekanntlich verlaufen die Fasern auch in den Centralorganen nicht in strengem Parallelismus, sondern es findet eine Art Plexusbildung Statt, indem benachbarte Nervenbündel Fasern austauschen. Dadurch kann es kommen, daß Fasern, die ursprünglich ziemlich weit auseinander liegen, noch innerhalb des Centralorgans in Berührung kommen, womit die verlangte Wechselwirkung zwischen beiden ermöglicht ist.

Die letzte und vielleicht schwierigste Frage, welche hierher gehört, ist die: Von welchen Umständen hängt es ab, daß bei der gegebenen Möglichkeit der Längen- und Querleitung vorzugsweise die

eine oder die andere zu Stande komme? Die Frage wird dadurch in Etwas vereinfacht, daß es Fasern giebt, welchen von vorn herein nur die eine Art der Leitung zukommt. So findet in den Fasern der Nerven erwiesenermaßen nur isolirte Leitung Statt, und umgekehrt mögen andere Fasern, welche für associirte Thätigkeiten berechnet sind, gezwungenermaßen ihre Erregungszustände auf einander übertragen. So wichtig es wäre, zu wissen, auf welchen organischen Verhältnissen diese specifischen Vermögen beruhen, so kann man sich doch vorläufig bei den Thatsachen beruhigen, die hier in ihrem letzten Grunde um nichts dunkler sind, als anderwärts. Ganz anders verhält es sich mit den Fällen, wo dieselben Nerven sowohl die eine als die andere Art der Leitung bemerken lassen, hier kann die Wissenschaft bei dem Thatsächlichen nicht stehen bleiben, denn der Widerspruch, der in diesem zu liegen scheint, bedarf einer Aufklärung. Leider sind wir nicht im Stande, mehr zu geben, als eine Aufzählung ganz äußerlicher Umstände, welche in den Modus der Leitung eingreifen.

Berücksichtigen wir zunächst die Natur der Reize, so finden wir zwar im Allgemeinen, daß die Stärke derselben die Irradiation begünstigt, aber wie sehr wir auch geneigt sein mögen, hierin den Ausdruck einer physikalischen Nothwendigkeit zu suchen, die Erfahrung lehrt, daß zwischen der Irradiation der Erregung und der Heftigkeit des Reizes kein gesetzliches Verhältniß bestehe. So vermißt man bei chirurgischen Operationen sehr gewöhnlich die Mitempfindungen, und bei willenskräftigen Personen sogar die Mitbewegungen. Umgekehrt zeigt sich, daß oft die leisesten Reize zu Erscheinungen der Querleitung Veranlassung geben. Das kaum merkliche Geräusch, welches entsteht, wenn man Kork oder Löschpapier mit dem Messer zerschneidet, erregt bei vielen Personen ein Frostgefühl und Rieseln im Rückgrath, und zur Auslösung von Reflexbewegungen sind die leisen Reize fast geeigneter, als die heftigen. Das Lachen bei Kitzel, die ejaculatio seminis beim Coitus, das Brechen bei leichter Reizung des Zäpfchens geben bekannte Beispiele. Bei demselben Menschen kann Kitzeln des Mundwinkels mit einer Feder unvermeidliche Grimassen, und Stechen oder Reißen desselben mit einer Nadel eine vollkommen isolirte Empfindung veranlassen, und an demselben Präparate vermittelt leises Bestreichen des Darmes peristaltische Bewegungen, während ein heftiges Kneipen desselben nur örtliche Strictur zur Folge hat. Hieraus ergiebt sich, daß der Gang der Leitung nicht bloß von der Größe, sondern auch von der Beschaffenheit der Reize abhänge, und gerade dieses Zurücktreten der Erscheinung in das Gebiet der dunkeln Qualitäten ist es, welche die Aussicht auf ein endliches Verständniß derselben in die Ferne schiebt. Gewiß hängen die Erscheinungen der Querleitung, wie beispielsweise die Reflexbewegungen, auch von der Erregbarkeit der Nerven ab; aber die Behauptung, daß mit der Größe der Erregbarkeit die Menge und Energie dieser Phänomene steige, hat keinen so bestimmten Sinn, als Viele glauben dürften. Wir wissen nicht näher, was Erregbarkeit sei, und je nachdem wir sie uns auf die eine oder die andere Weise vorstellen, hat auch das Prädicat der Größe eine verschiedene Bedeutung. Gesteigerte Reizbarkeit pflegt die Pathologie in den Zuständen anzunehmen, welche man gegenwärtig auch mit dem Namen irritabler Schwäche bezeichnet, in Zuständen also, wo kleine Reize die Ursachen ungewöhnlicher und weit verbreiteter Erfolge abgeben. Es liegt am Tage, daß hier die vermehrte Reizbarkeit erst aus den sich häufenden Phänomenen der Querleitung gefolgert wird, und daß man sich im Cirkel bewegen würde, wenn man nur umgekehrt aus ihrer Zunahme die Vermehrung jener Phänomene deduciren wollte. Es läßt sich aber nicht sagen,

daß nervöse Frauenzimmer, bei welchen Erscheinungen von Irradiation, Association, Sympathie, oder wie man sie nennen möge, sich ungehörig häufen, schärfer hörten, sähen und fühlten, ebenso wenig, daß ein geringerer Reiz des Willens bei ihnen ausreichte, eine Ortsbewegung von bestimmter Stärke auszuführen. Kleine Kinder, besonders Neugeborne, bei welchen alle Folgen der Querleitung so leicht eintreten, empfinden unleugbar viel schwächer, als Erwachsene, und sind also von dieser Seite in geringerem Grade reizbar. Nach dem Mitgetheilten kann die Frage, welche wir zu beantworten haben, mit allgemeinen Betrachtungen über Reize und Reizbarkeit nicht aufgeklärt werden, es bleibt nichts übrig, als den Verhältnissen, welche auf den Gang der Leitung Einfluß haben, einzeln zu folgen.

Von entschiedenem Einflusse auf den Proceß der Querleitung im Rückenmarke, und zwar von begünstigendem, ist die Hemmung des Hirnlebens. Jeder träumerische Zustand während des Wachens, wie das Verlorensein in Gedanken u. s. w., begünstigt das Auftreten von Reflexbewegungen außerordentlich. Auch im Schlafe werden Reize, wenn sie nur der gesunkenen Receptivität entsprechen, sicherere Reflexbewegungen veranlassen, als im Wachen, und wie viel leichter in geköpften Amphibien und in neugebornen, des Gehirns beraubten Säugern Reflexbewegungen auftreten, haben verschiedene Beobachter angegeben. Es ist Thatsache, daß mit gewissen Veränderungen des Hirnlebens bald isolirte Leitung, bald deren Gegentheil im Rückenmark eintrete, aber es ist nicht absolut nöthig, anzunehmen, daß diese Verschiedenheit der Erscheinungen von einer Verwandlung des Leitungsprocesses selbst abhänge. Einerseits nämlich könnte man annehmen, die Aufmerksamkeit steigere die Leitungsfähigkeit der Faser, in welchem Falle Isolation nach dem Princip erfolgen würde, daß das Nervenagens den Weg nähme, welchen der beste Leiter ihm anweise, andererseits aber wäre denkbar, daß die Fasern, welche beim Eintritt reflectorischer Erscheinungen ihre Erregungszustände seitlich fortpflanzen, dies unter allen Umständen thäten, daß aber das Gehirn bei normaler Thätigkeit Gegenwirkungen veranlaßte, welche den Effect der Querleitung vernichteten. Jedenfalls kommen Fälle vor, welche weit mehr, als die eben erwähnten, zu der Vermuthung Anlaß geben, daß der Proceß der Leitung selbst eine Veränderung erfahren habe. Hierher rechne ich die Zustände, welche die Pathologen Nervenschwäche nennen, Zustände, welche die Irradiation des Reizes in außerordentlichem Grade begünstigen, schwerlich deßhalb, weil sie die Apparate der Gegenwirkung stören, wie dies in den eben bemerkten Fällen vermuthet wurde, sondern weil sie eine Mobilität der Elementartheile veranlassen, die jedem bewegenden Momente, also auch dem der Reize, allseitig nachgiebt. So entstehen Mitempfindungen und convulsivische Bewegungen bei Zahnschmerzen, wenn sie durch ihre Heftigkeit und Dauer den Körper mürbe gemacht haben; sie entstehen bei nervenschwachen Frauenzimmern, bei Onanisten, bei Wöchnerinnen, bei Personen, welche an häufigen Blutverlusten gelitten haben, u. s. w. Vor Allem sind die Narkotica geeignet, eine derartige Veränderung in den Nerven zu veranlassen, daß die Erregung der Nervenfaser seitlich übergreift. Bei geringen Graden der Wirksamkeit begünstigen sie nur die Wechselwirkung der Hirnfasern; es entsteht, wie durch den Genuß des Kaffee's, oder bei Opiumessern durch den Genuß des Mohnsaftes, ein rascheres Spiel der Vorstellungen und Gedanken. Bei stärkerer Wirkung entsteht ein wildes Jagen der Phantasien und Begierden, selbst leichtere Reize erwecken ausgebreitete Mitempfindungen und reflectorische Bewegungen, und endlich entwickeln sich unter heftigen Schmerzen Convulsionen und Starrkrampf. Zahlreiche Erfahrungen beweisen, daß

diese Zustände durch Einwirkung des vergifteten Blutes auf das Rückenmark veranlaßt werden, und die interessanten Versuche Stilling's scheinen darzuthun, daß selbst directe Application der Narkotica auf das Rückenmark, ja sogar Vergiftung getrennter Stücke des Rückenmarkes den Tetanus, wenn auch nur local, erzeugen können [1]). Endlich gehört hierher noch die Erfahrung, daß Nerventhätigkeiten, welche natürlich isolirt sind, durch die Macht der Gewohnheit sich künstlich verbinden lassen, desgleichen der umgekehrte Fall, daß Nerventhätigkeiten, welche von Hause aus associirt waren, in Folge passender Uebung sich isoliren. Nämlich alle diese Fälle bestätigen, daß die Leitung der Reize, inwiefern diese isolirt verlaufen oder seitlich übergreifen, von veränderlichen Qualitäten der Faser abhänge, also nicht ausschließlich auf den Bau der Theile begründet sei.

Wir haben die wichtigsten Umstände namhaft gemacht, von welchen es abhängt, daß bei der gegebenen Möglichkeit der Längen- und Querleitung vorzugsweise die eine oder die andere zu Stande komme, aber die Kenntniß dieser Umstände ist nicht ausreichend, um das Schwankende der Erscheinungen theoretisch verständlich zu machen. Es kann von mehr überhaupt nicht die Rede sein, als Fragmente zu einer künftigen Theorie der Leitung aufzustellen; ich suche diese in Folgendem:

Die Nervenfasern scheinen Organe zu sein, welche das Nervenprincip nach allen Seiten, obschon mit ungleich größerer Leichtigkeit, in der Richtung der Länge leiten. Sie verhalten sich in diesem Bezuge wie die Drähte eines galvanischen Apparates, in welchen das elektrische Fluidum zwar hauptsächlich in der Längenachse fortströmt, dessenungeachtet aber Nebenströme erkennen läßt. — In welcher Weise man sich auch die Nervenwirkungen denken möge, jedenfalls müssen die Leitungsphänomene, sowohl die in der Richtung der Länge, als die in der Richtung der Quere, an physikalische Verhältnisse gebunden sein, es ist also kein Zweifel, daß durch materielle Veränderung der Fasern eine Veränderung in die relative Größe der Längen- und Seitenwirkungen introducirt werden könne. Das organisirende Princip benutzte dies, um durch Differenzirung von Textur und Mischung an verschiedenen Stellen des Systems verschiedene Leitungsverhältnisse zu begründen. In den Fasern der Nervenzweige ist die Längenwirkung in dem Grade vorherrschend, daß, wie an einem Blitzableiter, die Seitenwirkung unbemerkt bleibt, in den centralen Enden der Nerven wird letztere beträchtlich merkbarer; unter den Fasern des Sensoriums aber mögen viele sein, in welchen die Querleitung von vorzugsweiser Bedeutung ist. In der That könnten die beständigen Associationen von Vorstellungen und Begierden, besonders aber das Spiel der Träume, in der Uebertragung der Erregung von activen Fasern auf ruhende ihre physiologische Begründung haben.

Was nun mit materiellen Mitteln primär sich herstellen ließ, das läßt sich auch mit materiellen Mitteln nachträglich umändern. Die Reize, welche auf die Nervenfaser wirken, veranlassen qualitative Veränderungen, womit sich die relative Größe der beiden fraglichen Functionen ebenfalls ändert oder wenigstens ändern kann. Eine vollständige Theorie würde nun den Zusammenhang der materiellen Veränderung mit der functionellen in seiner Nothwendigkeit

---

[1]) Stilling, Untersuchungen über das Rückenmark und die Nerven, 1842, S. 42. Die letzte Beobachtung beweis't auch, daß die Reflexbewegungen nach narkotischen Mitteln nicht deßhalb überhand nehmen, weil der Hirneinfluß paralysirt ist (Spies, a. a. O., S. 171), sondern deßhalb, weil eine der Querleitung günstige Veränderung in der Nervenmasse eingetreten.

nachzuweisen haben, aber gerade hier fehlt es noch viel zu sehr an Thatsachen, als daß ein allgemeiner Ausspruch sich wagen ließe. Einen kleinen Anhaltspunkt gewinnt man mit der Annahme, daß alle Lebensthätigkeit die Folge gewisser Molecularbewegungen sei, in welchem Falle denn auch der Proceß der Nervenleitung auf Bewegungen beruhen könnte, welche in denselben räumlichen Richtungen vor sich gingen, in welchen der Reiz sich ausbreitete. Vermehrte Beweglichkeit der Molecüle würde dann die Erregbarkeit bis zu dem Punkte, wo der Organismus sich auflös'te, unterstützen, in den Nerven aber würde sie die Wirkung der Reize in der Querrichtung begünstigen, insofern die größte Beweglichkeit nicht eine einseitige, sondern allseitige Bewegbarkeit verlangen würde. Mit diesem letzten Punkte begreifen sich dann jene zahlreichen Erfahrungen, wo der Proceß der Querleitungen oder das sogenannte Ueberspringen der Reize in Individuen eintritt, welche nach der Körperconstitution und den vorausgegangenen Ursachen wirklich eine vermehrte Mobilität der kleinsten Theilchen und eine Lockerheit ihrer Verbindungen voraussetzen lassen [1]).

Wir wollen uns hüten, durch weitere Ausführung der Hypothese den theoretischen Betrachtungen ein vorzeitiges Gewicht einzuräumen, und werden schließlich nur noch auf eine Reihe von Erscheinungen aufmerksam machen, welche zu wichtig ist, um in dem Abschnitte über Querleitung fehlen zu dürfen. — Wie die Erregung einer oder weniger Fasern auf andere übergehen und durch Irradiation eine Vielheit von Erscheinungen bedingen kann, so kann umgekehrt die Erregung vieler Fasern auf einen bestimmten Punkt übertragen werden, wodurch eine Concentration der Erregung bewirkt wird. — Dieser Hergang ist nicht nur nach physikalischen Principien möglich, sondern erfahrungsmäßig nachweisbar, besonders in Krankheiten.

Im gesunden Leben bin ich geneigt, das Gefühl des Hungers und Durstes hierher zu rechnen, die gewiß nicht ausschließlich auf locale Zustände des Magens und des Schlundes bezogen werden dürfen. Vielmehr beruht der eine wie der andere auf dem Mangel derjenigen Substanzen, welche den Absichten der Natur gemäß zur Stillung beider bestimmt und als mitwirkende Kräfte in den physikalischen Proceß des Thierlebens von vorn herein verrechnet sind. Dieser Mangel betheiligt aber jedes Organ, und nicht ausschließlich den Magen und Schlund, er bewirkt eine allgemeine Verstimmung, also auch eine Verstimmung der Nerven. Bei heftigem Hunger ergiebt sich die Alternative der letzteren aus den verschiedenartigsten Gefühlen, wie Mattigkeit, Schwere, Frösteln, Uebelkeit, Durst, Schmerzen und Sinnestäuschungen, nicht minder aus der Kraftlosigkeit der Bewegungen, bisweilen selbst aus Krämpfen. Ich finde also wahrscheinlich, daß die Erregung, in welcher sich alle Nerven bei Nahrungsmangel befinden, im N. vagus, als dem Vermittler des Hungergefühls, concentrirt und von hieraus auf den Magen in ähnlicher Weise reflectirt werde, wie die Erzeugungszustände sensibler Nervenwurzeln in mehren Fällen als peripherische Affectionen zur Wahrnehmung kommen. — Gegen diese Auffassung des Hungers hat Spies nicht ohne dialektische Gewandtheit, aber, wie ich glaube, fruchtlos angekämpft [2]). Er bemerkt zunächst, daß ein Bedürfniß sich gar nicht fühlen lasse, indeß wollen diejenigen, welche behaupten, der Hunger sei das Gefühl des Nahrungsbedürfnisses, eben nur sagen, er sei ein Ge-

---

[1]) Wir haben oben auf zahlreiche pathologische Fälle aufmerksam gemacht, welche hierher gehören; nachträglich ist zu erinnern, wie zarte Kinder, Frauen und Sanguiniker vorzugsweise die Erscheinungen der Querleitung bemerkbar machen.

[2]) Physiologie des Nervensystems. Braunschweig. 1844. S. 63.

fühl, welches durch denjenigen Zustand des Körpers erweckt werde, dessen äußere Ursache der Mangel an Nahrung sei. Spies meint nun freilich, eine Thätigkeit, welche jeder Sensation und so dem Hungergefühle allerdings zukommt, dürfe nicht aus Mangel des Reizes abgeleitet werden, indem ein Nichtseiendes nichts bewirken könne, aber aus dem Abschnitt über die Reize (II. A.) dürfte erhellen, daß es einen Mangel an Reizen gebe, welcher als negative Größe wirke. Die Ansicht, daß der Hunger auf dem Nahrungsbedürfnisse beruhe, wird mit der Thatsache bekämpft, daß der Hunger den Ernährungsverhältnissen in zahllosen Fällen gar nicht entspreche, allein das Nahrungsbedürfniß ist nicht schlechthin nach dem Zustande der Ernährung zu messen, vielmehr zeigt die alltägliche Erfahrung, daß Personen, die an defecter Ernährung leiden, oft ganz das Gegentheil als reichliche Nahrung brauchen, und umgekehrt haben vortrefflich genährte Menschen oft große Nahrungsbedürfnisse in dem Sinne, daß nur bei reichlicher Nahrungszufuhr die Processe ihres Stoffwechsels in Ordnung bleiben. Der Hunger soll nach der oben aufgestellten Ansicht das Nahrungsbedürfniß, nicht den defecten Ernährungszustand anzeigen, und man hüte sich, einzuwerfen, daß das Gefühl des erstern ohne den Defect des letztern eines genügenden Grundes entbehre. Es ist klar, daß ein Körper, der Nahrungsmittel bedarf, sich in einem ganz andern Zustande befinden kann, als ein Körprr, welcher schlecht genährt ist, und da der Zustand des Körpers die empfindungerzeugenden Vorgänge implicirt, so liegt nicht die mindeste Schwierigkeit in der Annahme, daß das Nahrungsbedürfniß auch ohne ein paralleles Ernährungsbedürfniß sich fühlbar mache. Spies nimmt an, der Hunger sei das Gefühl der Leere des Magens, aber hier ist mit weit besserem Grunde einzuwerfen, daß die Größe des Hungers mit der Leere und Völle des Magens in viel zu geringer Beziehung stehe. Wäre jene Ansicht richtig, so müßte der Hunger auch durch Aufnahme ungenießbarer Substanzen und reichliches Wassertrinken gestillt werden, aber nur Verminderung, nicht Stillung des Hungers ist auf diesem Wege erreichbar. Allerdings fällt Hunger und Leere des Magens sehr oft zusammen, aber nur dann, wenn letztere auch mit dem Nahrungsbedürfniß zusammenfällt. Leer wird der Magen 2 — 4 Stunden nach begonnener Verdauung (Beaumont), aber der Hunger zeigt sich, bei den Männern wenigstens, in weit längeren Intervallen, und während früh beim Erwachen der Magen jedes gesunden Menschen leer ist, empfinden nur wenige um diese Zeit Hunger [1]). Ich trage daher kein Bedenken, den Hunger als Beispiel von Concentration der Erregung aufzuführen, um so weniger, da der physiologische Proceß, den wir hierbei supponiren, geeignet ist, das zu leisten, was die Natur mit dem Hungergefühle als Zweck beabsichtigte. Hunger und Durst gehören nicht zu den Empfindungen, welche den Zweck haben, in uns Vorstellungen äußerer Objecte zu vermitteln, sondern zu den Gefühlen, welche Triebe der Selbsterhaltung zu erwecken bestimmt sind. Da nun Mangel an Nahrung jedem Theile des Körpers nachtheilig ist, so scheint nothwendig, daß jeder Theil sein Nahrungsbedürfniß durch Erregung des Hungergefühls anzeigen und hiermit den Trieb zur Befriedigung des Bedürfnisses wecken könne.

Ich habe an einem andern Orte zu zeigen gesucht, daß auch das Athmen durch eine Concentration der Erregung in einem Punkte vermittelt werde.

---

[1]) Das Gefühl der Leere im Magen, welches vor dem Frühstück viele Personen belästigt, die sich mit Kaffee- und Theetrinken verwöhnt haben, ist vom Gefühl des Hungers sehr verschieden. Eine tüchtige Mahlzeit bald nach dem Erwachen würde wohl Jeder verschmähen, und doch ist der Magen nie leerer, als um diese Stunde.

Von der Kohlensäure im Blute geht ein erregendes Moment aus, welches alle centripetalen Nerven trifft, und die in diesen hervorgerufene Erregung concentrirt sich in der Medulla oblongata, um von hier aus, als motorisches Moment, auf die Respirationsmuskeln reflectirt zu werden. Häuft sich die Kohlensäure im Blute übermäßig an, so entsteht das Gefühl der Athemnoth, welches zwar in der Brustgegend seinen scheinbaren Sitz hat, aber auf einer localen Affection der Lungen ebenso wenig beruht, als der Hunger auf einem örtlichen Zustande des Magens.

In Krankheiten kommt es viel häufiger vor, daß ein Organ das Centrum weitverbreiteter Erregungen wird. Ein auffallendes Beispiel geben manche Augenleiden, welche nicht bloß durch Reizung des Sehorgans, sondern ebensowohl durch Erkältung, Erhitzung, Gemüthsbewegung, Ueberladung des Magens rc. verschlimmert werden. Aehnliches kommt in Magenleiden, in Neuralgien und Herzbeschwerden vor. In den meisten Fällen der Art ist eine Vermehrung der Nervenirritabilität unzweifelhaft. Stellt man sich, wie oben ausgeführt wurde, die Nervenleitung so vor, daß eine Bewegung der kleinsten Theile stattfinde, welche zwar hauptsächlich in der Richtung der Länge, aber nebenbei auch nach der Seite oscilliren, so ist begreiflich, wie die Seitenwirkung, welche im normalen Leben unbemerkt bleibt, gegenwärtig, wo sie auf irritable Fasern trifft, bedeutende Erfolge vermittle. Dauert ein solcher Zustand lange, so kann das eintreten, was man Association der Erregungen nennt. Der Reiz, welcher geraume Zeit von allen möglichen Nerven auf einen bestimmten, im Uebermaße irritabeln Punkt geworfen wurde, hat sich an diesen Gang gewöhnt, und springt nachmals selbst dann auf diesen Punkt über, wenn die materielle Veränderung, von welcher die Concentration der Erregung anfänglich abhing, nicht mehr fortbesteht. So kann eine Augenentzündung verschwinden und doch eine bleibende Irritabilität der Netzhaut zur Folge haben, und solche Fälle, wo ein scheinbar gesundes Organ jede lebhaftere Affection der verschiedensten Körpertheile pathologisch reflectirt, gehören zu den schwierigsten der Heilkunde, und doch nicht eben zu den seltensten.

F. Wirkung der Nerven in die Ferne.

Ich habe in dem vorhergehenden Abschnitte gewisse Wirkungen der Nerven auf andere durch Querleitung erklärt, und habe unter diesem Worte einen Proceß verstanden, bei welchem die in einem Nerven vor sich gehenden Thätigkeiten durch das mechanische Mittel der Bewegung, mag dieses nun auf Strömung eines Fluidums oder auf Oscillationen beruhen, zu Stande kommen. Ich habe versucht, mit Hülfe dieses einfachen Principes die Wechselwirkungen zwischen den Nerven in einem so weiten Kreise als möglich verständlich zu machen, indeß bin ich geneigt, zu glauben, daß derartige Wirkungen bisweilen in einer andern Weise zu Stande kommen, welche den Inductionswirkungen der Elektricität verwandter sein würden.

Wie nämlich elektrische Drähte, welche neben einander hinlaufen, ohne Ueberströmung des Fluidums, welches sie leiten, sich gegenseitig influenziren können, so wäre denkbar, daß Nervenfasern, als Conductoren des unbekannten Nervenagens, ebenfalls in Wechselwirkung träten, ohne daß von den einen auf die anderen etwas überginge. Nach der ersten Hypothese geschähe die Wechselwirkung allemal auf Kosten der isolirten Leitung, nach der zweiten Hypothese wäre dies nicht der Fall.

Es kommen Nervenwirkungen vor, wo die Hypothese von der Induction

besser zu passen scheint, als die von der Querleitung. Es ist bekannt, daß Hirnverletzungen auffallende Muskelschwäche zur Folge haben, und zwar in einem weit höhern Grade, als der gleichzeitige Blutverlust allein verständlich macht. Hier scheint vorzugsweise annehmbar, daß die Schwäche der Muskelnerven durch die aufgehobene Inductionskraft der Hirnfasern vermittelt würde. Auf eine ähnliche Weise könnte man sich die Abstumpfung der Sinnesthätigkeiten vorstellen, welche nach Magendie's Angabe bei Durchschneidung des fünften Nervenpaares eintreten soll. Giebt man endlich zu, daß dem Spiel der Seelenkräfte ein entsprechendes der Hirnfasern zu Grunde liege, so möchte es auch hier annehmlicher scheinen, an Induction, als an Querleitung im oben erklärten Sinne zu denken. Da die beiden mehrerwähnten Principe der Nerventhätigkeit sich nicht gegenseitig ausschließen, vielmehr nach Analogie der elektrischen Vorgänge wesentlich zusammengehören, so bleibt es Jedem unbenommen, zu versuchen, wie weit das eine oder das andere theoretischen Bedürfnissen entgegenkomme.

Freilich dürfte sich finden, daß weder das eine noch das andere Erklärungsprincip im Stande ist, die Wirkungen der Nerven in distans ganz klar zu machen, welche positiv vorkommen, wenn unsere mikroskopischen Beobachtungen über die Endschlingen eine objective Basis haben. Die motorische Nervenfaser erregt die contractile Muskelfaser, und doch besteht zwischen beiden kein unmittelbarer Zusammenhang. Im Gegentheil verlaufen die Nervenfäden zwischen den Muskelfasern ziemlich vereinzelt, und scheinen daher in ziemlichen Entfernungen wirken zu müssen. Ebenso empfindet jeder Punkt der Haut, obschon nervenlose Stellen vorkommen, welche größer sind, als die Nadelspitze, welche durch einen Stich die Empfindung zu Stande bringt. Früher half man sich durch Annahme einer Nervenatmosphäre, oder durch die Hypothese, daß die Nerven sich endlich im Parenchym der Theile auflös'ten; gegenwärtig hat man diese Hinterthüren vermauert, ohne jedoch einen bessern Ausweg gefunden zu haben.

G. Sympathie und Antagonismus.

In dem Abschnitte über Querleitung sind die Principien der Erscheinungen entwickelt worden, welche wir sympathische und antagonistische nennen. Dies ist namentlich bei den Sympathien unzweifelhaft, denn eine Nervensympathie ist offenbar nichts Anderes, als die Energie eines oder mehrerer Nerven, welche durch den Erregungszustand einer oder mehrer anderen durch Querleitung veranlaßt wurde. Anlangend den Antagonismus, so könnte es schwierig erscheinen, durch Uebertragung materieller Zustände, wie sie in einer oder der andern Weise den Erregungen zu Grunde liegen müssen, jenen Gegensatz der Erscheinungen zu vermitteln, welchen das antagonistische Verhältniß fordert. Indeß ist diese Vermittelung jedenfalls möglich, was nachzuweisen vorläufig ausreicht. Führen wir die Erregung wieder auf eine Molecularbewegung zurück, so muß zugegeben werden, daß die vermehrte Bewegung im Nerven a eine Verminderung der Bewegung im Nerven b erzeugen wird, wenn die von dem erstern eindringende eine entgegengesetzte Richtung hat, als die in letzterem schon bestehende. Nehmen wir ferner an, was bis auf einen gewissen Punkt ganz unleugbar ist, daß in jedem Nerven, auch während er ruht, Bewegungen stattfinden, so ist denkbar, daß zwei Nerven hinsichtlich ihrer immanenten Bewegungen von Haus aus in einem antagonistischen Verhältnisse stehen, und sich in ihren Thätigkeiten gegenseitig beschränken. Ist dies der Fall, so muß verminderte Erregung des einen vermehrte in dem andern erzeugen. Man

könnte sich den Fall auch noch anders denken. Es kann z. B. die Oscillation eines schwingenden Körpers unter Umständen an gewissen Punkten vermehrt werden, wenn man dieselbe auf anderen Punkten vermindert.

Diese Möglichkeiten werden nur erwähnt, um zu zeigen, daß die Herstellung antagonistischer Nerventhätigkeit mit physikalischen Mitteln ausführbar ist. An solche hat man sich zu halten, wenn man erklären will, und es ist ein entschiedener Fortschritt der Neurologie, daß sie den Consensus der Theile zwar als ein durch ideelle Zwecke Bedingtes anerkennt, aber nur durch physikalische Kräfte vermitteln läßt. Daher ist auch die Zeit vorüber, wo man mit Sympathien zu erklären suchte, und an ihrer Statt ist die gekommen, wo man die den Sympathien zu Grunde liegenden Processe zu ermitteln sucht. Indem ich dasselbe Ziel verfolgte, habe ich die Betrachtung der Sympathien in verschiedene Abschnitte dieser Abhandlung vertheilen müssen, daher die Capitel Reizbarkeit, Reflexbewegung, sympathische Nerven zu vergleichen sein werden. Was noch zu sagen übrig bleibt, ist ein Fragmentarisches [1]).

Im Allgemeinen dürfte man zu sehr geneigt sein, alle Sympathien von den Nerven abzuleiten, eine Menge ursächlich zusammenhängender Thätigkeiten haben ihr Bindeglied in anderen Organen, als in ihnen. Selbst unter den Nerventhätigkeiten, welche ursächlich zusammenhängen, sind vielleicht nicht wenige aus der Reihe der Sympathien zu streichen, wenigstens ist es zweifelhaft, ob das Bindeglied der angeblich sympathisirenden Thätigkeiten in allen Fällen ein analoger Proceß ist. Diese Frage kann namentlich dann erhoben werden, wenn die ursächlich verbundenen Thätigkeiten im Verlaufe der Zeit sich folgen. Wenn nach heftigem Lachen ein beschleunigter Puls auftritt, so gehört dies sicher unter die Sympathien, wenn dagegen Schlucken folgt, so ist die Anwendbarkeit dieses Ausdrucks zweifelhaft. Da nämlich die Nerven, welche beim Schlucken wirken, auch beim Lachen thätig waren, so ist die Erregung derselben beim Schlucken wahrscheinlich nur das Abklingen der stärkern Erschütterung, die vorausging. So ist das Auftreten der Complementärfarben keine sympathische Erscheinung, wenn dieselben Fasern zur Wahrnehmung der primären als der secundären Farbe dienen; es würde aber zu den Sympathien gehören, wenn, wie Nathanson annimmt, specifische Fasern für die verschiedenen Farbenempfindungen vorhanden sein sollten. — Freilich ist schwer zu sagen, was Sympathie genannt werden dürfe und was nicht, da der Sprachgebrauch nichts weniger als bestimmt ist. Wie manche Verhältnisse, nach dem eben Bemerkten, zu den Sympathien gerechnet werden, welche vielleicht zweckmäßiger von ihnen gesondert bleiben, so ist ganz unzweifelhaft, daß eine Menge unter sich zusammenhängender Zustände nie mit dem Namen der Sympathien bezeichnet wurden, obschon der physiologische Proceß, der sie verbindet, von dem der anerkanntesten Sympathien nicht verschieden ist. Wenn Empfindungen in Vorstellungen, Vorstellungen in Begierden und Begierden in Thaten überschlagen, so ist der physiologische Hergang hierbei wohl ebenso gewiß auf Querleitung oder Induction begründet, als wenn in Folge heftigen Lichtreizes eine Contraction der Pupille erfolgt.

---

[1]) Wer die Lehre von den Sympathien im Zusammenhange zu studiren wünscht und weiteres Detail verlangt, als hier geboten werden konnte, der wird in Henle's »Pathologische Untersuchungen, S. 83.« Belehrung und Anregung in gleichem Maße finden.

Gehirn und Rückenmark sind in den meisten Fällen die nachweislichen Vermittler der Sympathien, aber ebenso nachweislich ist es in einigen Fällen der Sympathicus. Wenn wir den Ventrikel eines frisch ausgeschnittenen Herzens reizen, bewegt sich nicht bloß dieser, sondern das ganze Herz und locale Reize am Darme veranlassen sehr häufig weit verbreitete peristaltische Bewegungen. Indem hier nicht daran zu denken ist, daß man alle die motorischen Fasern primär erregt habe, welche theils gleichzeitig, theils in der Zeitfolge in's Spiel treten, ist die Annahme einer Wechselwirkung, wie sie in den Sympathien stattfindet, unabweislich. Zweifelhaft ist nur, wie weit das Vermögen des Sympathicus gehe, solche Wechselwirkungen zu erzeugen, und es wurde schon bemerkt, daß man in neuester Zeit vielleicht ebenso sehr geneigt war, dasselbe aus Vorurtheil für die Alleinherrschaft des Rückenmarkes zu beschränken, als man es früher sehr über die Gebühr ausdehnte.

Es giebt gesetzlich bestimmte Sympathien und zufällig eintretende. Zu den ersten gehört beispielsweise der Consensus der Athemmuskeln, der Pupillen, das Husten bei Reizung des Kehlkopfes, das Gefühl von Harndrang im Penis bei Ueberfüllung der Blase u. s. w. Die Zahl der zufälligen Sympathien ist unberechnenbar. Höchst wahrscheinlicher Weise beruhen die constanten Sympathien auf Structurverhältnissen, die zufälligen dagegen auf Mischungszuständen, wenigstens ist die Structur der Mischung gegenüber das festere. Merkwürdig ist, daß einige physiologische Sympathien durch Aufmerksamkeit und Uebung sich sondern lassen, da man doch denken sollte, daß Thätigkeiten, welche von Geburt an und fast bei allen Menschen associirt erscheinen, durch die Structur des Körpers untrennbar verkettet sein müßten. Es wäre sehr interessant, zu wissen, wie weit die Auflösbarkeit der angebornen Sympathien ginge. Aequilibristen erstaunen uns durch die Fertigkeit, mit welcher sie Bewegungen vollkommen isolirt durchführen, welche der Ungeübte nur in Begleitung zahlreicher anderen auszuführen im Stande ist; indeß hat es schwerlich je einen Menschen gegeben, welcher durch Uebung erlernt hätte, nur auf einer Seite zu athmen, oder das eine Auge ohne das andere empor zu richten. So ist es im Gebiete der Empfindung möglich, das Ohr für Wahrnehmung einzelner Töne im Accord auszubilden, während der musikalisch Rohe nur die Melodie, nicht die Harmonie zu empfinden im Stande ist, aber wahrscheinlich reicht keine Uebung aus, die Säume der Compensationsfarben zu entfernen, welche sich bei Betrachtung bunter Bänder auf weißem Grunde dem Auge aufdrängen. Endlich ist selbst das sympathische Band zwischen Empfindung und reflectorischer Bewegung unter Umständen ein lösbares, denn man kann lernen, das Kitzeln ohne Lachen zu ertragen, und Pferde werden durch Uebung schußfest; aber wiederum zeigt sich bald die Grenze, über welche die Uebung nicht vordringt: wir können die Empfindungen des Lichtreizes und die Bewegungen der Pupille auf keine Weise auseinander bringen. Aus diesen Beispielen ergiebt sich, daß auch die physiologischen Sympathien nicht auf gleichen Fundamenten beruhen. Es ist mir wahrscheinlich, daß auch hier das Unabänderliche von der Structur, als z. B. vom Gange der Faserung, abhänge, das durch Uebung Veränderliche dagegen von der Mischung. Erwägt man, daß Muskeln durch Uebung in ihrem Gewebe derber werden, so kann man wohl der Vermuthung Raum geben, daß auch Nerven, welche häufig gebraucht werden, in Folge gesteigerter Nutrition etwas von der Mobilität ihrer kleinsten Theile verlieren, welche, wie oben gezeigt wurde, den Proceß der Querleitung zu begünstigen scheint, und wenn dies der Fall ist, der Isolation im Wege steht.

Es versteht sich von selbst, daß die constanten Sympathien in den Gang des organischen Geschehens auf eine zweckmäßige Weise verrechnet sind, in sehr vielen Fällen ist der Zweck, welchen die Natur verfolgte, sogar nachweisbar. Aber selbst in den normalen Sympathien erkrankter Individuen fehlt der Charakter der Zweckmäßigkeit nicht ganz, sondern schimmert durch die Ungehörigkeit der Erscheinungen in ähnlicher Weise durch, wie die anatomischen Gesetze durch die Regelwidrigkeit der Mißgeburten. In den Reflexbewegungen ist dies besonders auffallend, wie in einem frühern Abschnitte schon bemerkt wurde. Jene Zweckmäßigkeit, welche mehr oder weniger deutlich durch die sympathischen Erscheinungen durchleuchtet, sie läßt voraussetzen, daß die Nervenfasern, von welchen die sympathisirenden Functionen ausgehen, in der Weise mechanisch zusammengefügt sind, daß, wie auch der Reiz sie durchlaufe, eine gewisse Ordnung und ein Gesetz in den ausgelös'ten Functionen sich zeigen müsse. So ist die Panpfeife in der Art geordnet, daß, wie ungeschickt auch der Bläser sich anstelle, eine gewisse Harmonie der Töne unzerstörbar ist. Der Ort aber, wo die Fasern in passenden Combinationen neben einander gebracht werden, sind in allen unzweideutigen Fällen Centralorgane, wie im zweiten Abschnitte mit vielen Beispielen erläutert wurde. Hieraus ergiebt sich nun umgekehrt eine gewisse Berechtigung, alle Sympathien, d. h. alle nach Maßgabe organischer Zwecke verbundenen Nerventhätigkeiten auf die Mitwirkung eines Centralorgans zu beziehen, auch wenn dieses, wie im ausgeschnittenen Herzen, nicht handgreiflich nachweisbar sein sollte.

IV. Von den Reflexbewegungen.

Reflectorische Bewegungen nennt man gegenwärtig solche, bei welchen der excitirende Reiz weder ein contractiles Gebilde noch einen motorischen Nerven unmittelbar trifft, sondern einen Nerven, welcher seinen Erregungszustand einem Centralorgane mittheilt, worauf durch Vermittlung des letztern der Reiz auf motorische Nerven überspringt, und nun erst durch Muskelbewegungen sich geltend macht. Der Gang des Reizes beschreibt also einen Bogen, indem die Leitung anfänglich nach innen vor sich geht und erst später in die centrifugale Richtung überschlägt.

M. Hall und Johannes Müller erwarben sich das Verdienst, die vor ihnen viel zu beiläufig und aphoristisch behandelten Reflexerscheinungen einer speciellern Untersuchung zu unterwerfen, wobei sie nicht nur die Kenntniß des Thatbestandes um ein Beträchtliches erweiterten, sondern auch den theoretischen Untersuchungen über den innern Zusammenhang der Phänomene einen ersprießlichen Impuls gaben. Bei den älteren Neurologen finden sich die Thatsachen, welche heut zu Tage in der Lehre vom Reflex behandelt werden, in verschiedenen Abschnitten der Nervenlehre zerstreut, und wirklich läßt sich die Betrachtung derselben nicht nur an sehr verschiedene neurologische Fragen bequem anknüpfen, sondern auch von mehren derselben nicht ohne Nachtheil trennen. Mit Bezug auf diese Untrennbarkeit der Reflexerscheinungen, von manchen anderen Phänomenen des Nervenlebens, habe ich in früheren Abschnitten, besonders in der Lehre von der Querleitung, der Untersuchung vielfältig vorgreifen müssen, und kann hier mich kurz fassen.

A. Erfahrungssätze.

1) Die Reflexbewegung kommt dadurch zu Stande, daß ein Centralorgan den Reiz, welchen centripetale Nerven ihm zugeführt haben, auf motorische überträgt, und hiermit auf contractile Gebilde zurückwirft. Der vollgültige Beweis liegt in dem Umstande, daß nach Zerstörung der respectiven Centralorgane die Möglichkeit reflectorischer Bewegungen augenblicklich aufhört.

2) Als Centralorgane reflectorischer Bewegungen dienen nicht bloß das Rückenmark und die Medulla oblongata, sondern, wie Johannes Müller richtiger als M. Hall behauptete, auch das Gehirn, und wie ich später zeigen werde, die Ganglien.

3) Die Reflexbewegungen sind nicht an die Integrität der größeren Centralorgane, wie des gesammten Rückenmarkes, gebunden; sondern können auch durch kleine, aus dem Zusammenhange gerissene Stücke eines solchen vermittelt werden. Wenn man eine Blindschleiche oder den Schwanz eines Salamanders in sehr viele Stücke zerschneidet, so kann jedes derselben zu Reflexbewegungen befähigt sein. Ebenso bleibt die Befähigung zu Reflexbewegungen, wenn man das Rückenmark der Länge nach sorgfältig theilt, nur sind die Wirkungen in diesem Falle, wie sich von selbst versteht, einseitig. Läßt man zwischen den beiden getrennten Seitenhälften eine verbindende Brücke übrig, so kann man durch Reizung jedes Hautpunktes allgemeine Reflexbewegungen erregen. Dasselbe gelingt, wenn man in einiger Entfernung von einander einerseits die linke, andererseits die rechte Hälfte des Rückenmarkes durchschneidet, wodurch alle Längenfasern desselben getrennt werden.

4) Das Zustandekommen der Reflexbewegungen ist an die Integrität derjenigen Nerven gebunden, welche den Reiz primär nach innen und secundär nach außen leiten.

5) Diejenigen Fasern, welche den Reiz nach innen leiten, treten für die Rückenmarksnerven durch deren hintere Wurzeln, für den N. trigeminus durch dessen große Wurzel. Die Fasern dagegen, welche den motorischen Reiz nach außen leiten, liegen für dieselben Nerven in den vorderen Wurzeln und in der kleinen Partie des fünften Paares. Die sehr gewöhnliche Bezeichnung der sensiblen Nerven als Leiter des excitirenden Reizes nach innen includirt eine Hypothese, wovon unten ausführlicher.

6) Einseitige Zerstörung der hinteren oder der vorderen Rückenmarksnerven-Wurzeln ist ausreichend, das Zustandekommen reflectorischer Bewegungen unmöglich zu machen, wie sich aus dem Gange der Innervation von selbst ergiebt.

7) Nicht alle Nerven, nicht einmal alle mit Sensibilität begabten, sind in gleichem Grade befähigt, durch Reize, welche sie treffen, Reflexbewegungen auszulösen. Ich glaube, Folgendes bemerkt zu haben:

a) Nur durch Reizung der Nerven, welche sich in der Hautbedeckung ausbreiten, war ich im Stande, allgemeine Reflexbewegungen, d. h. Bewegungen im Stamme und in den Extremitäten zu verursachen. So konnte ich durch Reizung der Hautäste des 5ten Paares, nicht aber durch Reizung des Zungenastes allgemeine Erfolge erzielen; deßgleichen wurden durch Kneipen der Ohren, bei enthirnten Hunden, nicht aber durch Irritation irgend eines andern Vagusastes weit ausgedehnte Bewegungen hervorgerufen. b) Wenn

die Hautäste unmittelbar gereizt werden, so entstehen fast immer viel lebhaftere und viel ausgebreitetere Bewegungen, als wenn man die Stämme reizt, aus welchen jene Aeste hervorgehen. c) Nächst den Nerven der Hautbedeckungen waren es die der sensibeln Schleimhäute, welche im Experiment die lebhaftesten Reactionen ergaben. So entstanden bei Reizung dee Zunge umfangsreiche Schluckbewegungen, bei Reizung der Stimmritze Athembewegungen. Auch hier veranlaßt die Erregung der peripherischen Enden weit entschiedenere Wirkungen als die Reizung der Stämme. So habe ich trotz sehr zahlreicher Versuche so wenig als Longet Athembewegungen vermitteln können, wenn ich den herumschweifenden Nerven am Halse reizte. d) Nach Durchschneidung des 5ten Paares gelang es in keinem Falle, durch Reizung der Gesichtshaut und der vordern Zungenhälfte Reflexbewegungen zu vermitteln, was andeutet, daß der N. facialis, hypoglossus und diejenigen Zweige der Halsnerven, welche durch den R. descendens hypoglossi zur Zunge gehen, wenig oder gar nicht zur Hervorbringung der fraglichen Bewegungen geschickt sind. e) Irritation der Zungenwurzel des weichen Gaumens und Rachens vermittelt Schluck- und Würgbewegungen, auch nach Durchschneidung des 5ten Paares. Offenbar dienen das 9te und 10te Paar als Excitatoren, aber nur in einem sehr beschränkten Kreise von Muskeln. f) Durch Reizung des Sympathicus gelingt es bei enthaupteten Fröschen fast ohne Ausnahme, bei enthirnten Säugern fast nie, Zuckungen in willkürlichen Muskeln hervorzurufen. Nur bei Reizung der Verbindungsäste des Sympathicus mit den Spinalnerven sind reflectorische Bewegungen nicht selten. — Obschon diese Resultate des physiologischen Experiments als ziemlich beständig Aufmerksamkeit verdienen, so können sie doch den Umfang des reflectorischen Vermögens der Nerven nicht bestimmen, da wenigstens in Krankheiten ihr Einfluß viel weiter reicht, als nach dem Vorausgeschickten.

8) Die Lebhaftigkeit und die Ausdehnung der Reflexbewegungen steht bei Reizung eines und desselben Nerven in ziemlich directer Proportion zur Stärke des angewandten Reizes, doch kommen einige sonderbare Ausnahmen vor, wie das Lachen nach Kitzel.

9) Die Dauer der Reflexbewegung, verglichen mit der Dauer des Reizes, von welchem sie abhängt, ist nach Maßgabe der Umstände sehr verschieden. Im Bezirke des Sympathicus überdauert die Bewegung den Reiz oft sehr lange, in der Sphäre animaler Nerven dagegen nur selten. Den ungewöhnlichen Fortgang der Bewegungen, nach Entfernung der Gelegenheitsursache, bemerkte ich bei heftigen Reizen häufiger als bei schwachen, bei erhaltener Integrität des Rückenmarkes häufiger, als nach Abtrennung größerer oder kleinerer Stücke, und in den hinteren Extremitäten der Frösche häufiger, als in irdgend einem andern Theile. Wenn die Wirkung des Reizes auch nach Entfernung des letztern fortdauert, so kommen nicht selten wiederholte Bewegungen vor, welche nur durch ein Spiel der Antagonisten möglich sind. Wenn man die Haut eines geköpften Frosches stark kneipt, so kratzt er sich zu wiederholten Malen.

10) Erregt man die Hautbedeckungen, so sind es fast immer die zunächst liegenden Muskeln, welche den Vorzug der Reaction haben. Drückt man den Hinterschenkel eines enthaupteten Frosches, so wird dieser an den Leib gezogen, reizt man die Bindehaut des Auges, so schließen sich die Augenlider; kneipt man den Schwanz eines geköpften Hundes, so zieht dieser den Schwanz ein, und im Allgemeinen tritt die Bewegung zuerst auf der Seite des Körpers ein, welche dem Reize ausgesetzt wurde.

11) Reizt man die Schleimhäute, so entstehen die motorischen Reactionen nicht sowohl in den zunächst liegenden Muskeln, als in denjenigen, welche mit der erregten Schleimhaut einen physiologisch zusammengehörigen Apparat ausmachen. So entsteht bei Reizung des Kehlkopfs Husten, bei Reizung des Schlundes Erbrechen u. s. w.

12) Reizung analoger Theile bringt bei verschiedenen Thieren ziemlich verschiedene, nach den Orten bestimmte Bewegungen hervor. Kneipt man einen geköpften Frosch in die Rückenhaut, so macht er den Rücken hohl und hebt sich auf den Vorderbeinen in die Höhe, eine Eidechse dagegen erhebt sich unter denselben Umständen auf die Hinterbeine (Kürschner). Kneipt man den Schwanz eines enthirnten Hundes, so zieht er ihn ein, Kaninchen thun dies nicht.

13) Combiniren sich verschiedene Muskeln zu einer Reflexbewegung, gleichviel ob synchronisch, oder in der Zeitfolge, so ist die Combination stets eine mechanisch zweckmäßige. Ich meine, die gleichzeitig wirkenden Muskeln unterstützen sich, z. B. in Hervorbringung einer Flexion, und die in der Zeitfolge nach einander thätigen, vereinigen sich in zweckmäßiger Fortführung und Vollendung der schon begonnenen Bewegung. Reizt man einen enthaupteten und in gestreckter Lage befindlichen Frosch am Hinterschenkel hinreichend kräftig, so combiniren sich zunächst die Flexoren und Adductoren beider Schenkel, erst nachdem die Schenkel an den Leib gezogen siud, combiniren sich die Extensoren zu einer gemeinsamen Streckung und das Gesammtresultat ist eine mehr oder weniger regelmäßige Ortsbewegung zum Schwimmen oder zum Sprunge.

14) In vielen Fällen haben die reflectorischen Bewegungen nicht nur den Charakter der Zweckmäßigkeit, sondern sogar einen gewissen Anstrich der Absicht. Junge Hunde, bei welchen ich das große und kleine Gehirn mit Ausnahme des verlängerten Markes zerstört hatte, suchten mit der Vorderpfote meine Hand zu entfernen, wenn ich sie unsanft bei den Ohren faßte. Bei enthaupteten Fröschen sieht man oft, daß sie eine heftig geknippene Hautstelle frottiren, und Schildkröten, welche man nach der Enthauptung verletzt, verstecken sich in ihrem Gehäuse.

15) In krankhaften Zuständen der Centralorgane entstehen Reflerbewegungen in Form von Krämpfen. Diese haben den Charakter der Zweckmäßigkeit zum größten Theil verloren, obschon auch hier noch die Spuren einer ursprünglich zweckmäßigen Organisation der Bewegung erkennbar bleiben. Auch in den heftigsten Brustkrämpfen combinirt sich die Thätigkeit des Zwerchfells nur mit den Inspirationsmuskeln.

16) Verschiedene Umstände begünstigen das Auftreten der Reflexbewegungen, dieselben nämlich, welche den Proceß der Querleitung begünstigen (III. E.).

B. Theoretische Betrachtungen.

Schon M. Hall unterschied die reflectorischen Erscheinungen von denen der Muskelreizbarkeit, einerseits, und von den willkürlichen Bewegungen andererseits. Anlangend die einfachen Reizbewegungen, so verdanken sie ihr Entstehen einem Reize, welcher den motorischen Nerven trifft und durch diesen direct auf den Muskel übertragen wird. Der Gang des Reizes ist also ein einseitig centrifugaler, und nimmt die Mitwirkung eines Centralorgans nicht in Anspruch. Bei den Reflexbewegungen beschreibt der Reiz einen

Bogen, indem er zunächst nach innen und erst secundär nach außen geht, er beschreibt diesen Bogen nur durch Vermittlung eines Centralorgans, und folglich sind beide Arten der Bewegungen, ihren immanenten Bedingungen nach vollkommen verschieden. Aber fast nicht minder verschieden sind sie in ihrer äußern Erscheinung, indem die Reflexbewegungen mechanisch zweckmäßig combinirt sind, die einfachen Reizbewegungen nicht. Schon in einem früheren Abschnitte war ich veranlaßt, darauf aufmerksam zu machen, daß man durch Reizung motorischer Nerven, z. B. eines cruralis, durchaus nur einen Tumult regelloser und sich unter einander widersprechender Bewegungen hervorrufe, nie aber ein Zusammenwirken analoger Muskeln, und noch viel weniger zweckmäßige Combinationen verschiedener Muskelgruppen, in der Zeitfolge nach einander. Dieser Unterschied der Erscheinungen verdient die größte Berücksichtigung, indem er über die Natur gewisser Bewegungen, als reflectorische, auch dann entscheidet, wenn die Genesis desselben durch Vermittlung eines Centralorgans im Dunkeln liegt.

Von fast noch größerer theoretischer Bedeutung ist die Unterscheidung der Reflexbewegungen von den willkürlichen. Die außerordentliche Zweckmäßigkeit der ersteren, welche sich nicht selten zufälligen Verhältnissen anscheinend anpassen, giebt leicht zu der Vermuthung Anlaß, daß diese Verhältnisse empfunden und die Reactionen gegen sie beabsichtigt wurden. Ich habe schon in dem Artikel Gehirn (Band I. S. 575.) darauf hingewiesen, daß in dem Gange der Reflexbewegungen eine Gesetzlichkeit hindurchleuchte, welche die Annahme psychischer Selbstbestimmung nicht aufkommen lasse. Die in dem vorigen Abschnitte gegebene Auseinandersetzung der Thatsachen macht dies noch anschaulicher. Auch Arnold hat anerkannt, daß die fraglichen Phänomene aus der Thätigkeit einer bewußten Seele nicht ableitbar wären, aber er scheint eine unbewußte Seele zu Hülfe nehmen zu wollen, und polemisirt daher gegen die Erklärung der Reflexbewegungen durch Uebertragung des Reizes [1]). Ich vermuthe hierbei ein Mißverständniß. Der physiologische Proceß der Bewegungen kann weder durch eine bewußte noch unbewußte Seele erklärt werden, da diese von dem Gange des Processes nicht die mindeste Notiz hat. Nicht einmal bei den willkürlichen Bewegungen regulirt die Seele den motorischen Vorgang, denn sie kennt weder die Nerven, noch die Muskeln, auf deren Benutzung es ankommt, sie giebt mehr nicht als einen Anstoß her, aus dem etwas Geregeltes deßhalb hervorgeht, weil das Gestoßene so geordnet ist, daß es sich ordnungsmäßig bewegen muß. Wir benutzten oben das Beispiel der Panpfeife und können darauf zurückkommen. Soll die Melodie, welche das Instrument hergiebt, von der Seele herstammen, so mußte diese die Höhe und Tiefe der einzelnen Pfeifen, deßgleichen die Anordnung derselben unter einander kennen. Weiß dagegen die Seele von alle dem nichts, so ist die melodische Verbindung der Töne nur durch den Organismus der Pfeife bedingt, und die Seele vermittelt nichts, als den Athemstoß, welcher das weckt, was in bestimmter Form nur ruhend schon vorhanden ist. Bei den Reflexbewegungen ist die Seele nicht einmal das Weckende.

Auch Spies hat in seinem schätzbaren Werke die Erklärung der Reflexbewegungen durch Ueberspringen der Reize verworfen, und zwar deßhalb, weil er die isolirte Leitung für alle Fasern des Nervensystems als bindend erachtet. Er war daher zu der Annahme genöthigt, daß es ein besonderes

[1]) J. W. Arnold, die Lehre von den Reflexfunctionen. Heidelberg, 1842. §. 86.

excito-motorisches System von Nerven gebe, eine Annahme, welche schon M. Hall und Grainger aufgestellt hatten, welche aber bei unserm geehrten Landsmanne dadurch viel schwieriger wird, daß er, als Widersacher des Ueberspringens von Reizen, eine anatomische Verbindung zwischen den zuleitenden und ableitenden Rückenmarksnerven behaupten mußte, welche die englischen Physiologen nicht bedurften. Die Annahme anastomotischer Verbindungen ergiebt sich aber als vollkommen unhaltbar, wenn man bedenkt, daß durch Reizung einer oder weniger sensibeln Nervenfasern zahllose motorische in's Spiel gesetzt werden, und daß so ziemlich bei Reizung jedes Punktes der Haut dieses Spiel sich erneuert. Indem fast jede centripetale Faser auf nahebei jede motorische zu wirken im Stande ist, fällt die Möglichkeit einer isolirten Beziehung der eintretenden Fasern zu den austretenden ganz weg. — Dasselbe beweisen die A. 3. erwähnten Thatsachen, die reflectorischen Beziehungen zweier Theile dauern fort, auch wenn man die Fasern, welche sie hätten vermitteln können, durchschnitten hat. — Spies nimmt daran Anstoß, daß dieselbe Faser, welche einmal isolirt leite, ein anderes Mal der isolirenden Kraft entbehren solle. Ich finde hierin keine Schwierigkeit. Wird doch ein elektrischer Isolator zum Leiter, sobald er mit Wasserdämpfen beschlägt. Uebrigens habe ich oben gezeigt, daß ein Gesetz der Isolation nur insofern bestehe, als die Leitung in der Längenrichtung der Faser bei weitem leichter ist, als Leitung in der Querrichtung.

Hiermit vermindern sich die Schwierigkeiten um Vieles. Es handelt sich nicht mehr darum, zu begreifen, wie das Vermögen der Querleitung für Ausnahmsfälle entstehe, sondern darum, wie die Einwirkung der Nervenfasern auf benachbarte, welche nie ganz fehlt, in so verschiedenen Graden sich geltend mache. Mit Benutzung dessen, was von der Leitung der Elektricität und der Schallwellen bekannt ist, kann man leicht eine Hypothese aufstellen, welche die Schwankungen der Querleitung begreiflich macht.

M. Hall nnd Grainger nehmen ein besonderes excito-motorisches System an, nicht weil sie das Uebergreifen des Reizes von einer Faser auf die andere bezweifelten, sondern weil sie glaubten, es bedürfe ein besonderes Fasersystem für Functionen, welche, wie die psychischen und reflectorischen, in ihrem innersten Wesen verschieden wären. Hall scheint die Nothwendigkeit eines specifischen Systems besonders in zwei Umständen zu suchen, einerseits darin, daß die Erregung von Reflexbewegungen keineswegs von den Körpertheilen aus am leichtesten bewerkstelligt werde, welche mit sensibeln Nerven am reichsten versehen sind, andererseits darin, daß Reflexbewegungen auch ohne Mitwirkung der Seele, ja nach Entfernung des Gehirns ausschließlich durch Vermittlung des Rückenmarkes zu Stande kommen. Beide Gründe scheinen mir wenig überzeugend. Den erstern anlangend, so möchte ich eine ziemliche Uebereinstimmung zwischen der Sensibilität der Theile und ihrem Vermögen durch Reize Reflexbewegungen zu bedingen, nicht in Abrede stellen; aber selbst wenn diese Uebereinstimmung ganz fehlte, so würde sie zu dem Schluß, daß andere Nerven als sensible den excitirenden Reiz besorgten, nicht berechtigen. Die Disharmonie könnte ihren Grund auch in anderen Verhältnissen haben, welche beim Reflexe von Einfluß sind, z. B. in örtlich begünstigter Querleitung u. s. w. Was aber den zweiten Punkt betrifft, nämlich das Fortbestehen der Reflexbewegungen, nach Wegnahme des Gehirns, so könnte dieser Umstand für Hall nur dann sprechen, wenn die Wegnahme des Seelenorgans einen plötzlichen Tod aller ihm dienender Nervenfasern veranlaßte; dies anzunehmen, liegt kein genügender Grund vor.

Will man es dennoch annehmen, so muß man consequenter Weise sich vorstellen, daß Zerstörung des Rückenmarkes auch alle reflecto-motorischen Fasern tödten werde, und da nach Zerstörung des Rückenmarkes noch Reizbewegungen möglich sind, so müßte nun auch für diese ein specifisches Fasersystem fingirt werden. Auf diese Weise würden sich die specifischen Systeme ungemein häufen. Mit Recht nämlich bemerkt Kürschner, daß die Reflexbewegungen von vielen verschiedenen Weisen, wie Muskeln erregt werden könnten, nur eben eine abgeben, und daß, wenn man für diese besondere Weise besondere Nervenfasern nöthig erachte, das gleiche Bedürfniß da eintreten werde, wo die Bewegungen von Empfindungen, Vorstellungen oder Leidenschaften ausgehen. Man sieht leicht, daß eine consequente Durchführung des Hall'schen Principes die Zahl der specifischen Fasern ungemein vermehren müßte, und daß diese Zahl aller Wahrscheinlichkeit nach eine Größe erreichen würde, welche die dünnen Nervenstränge gar nicht herzugeben im Stande sind. Wir wissen, daß ein Stich mit der feinsten Nadelspitze an jeder Stelle der Haut empfunden wird, aber wir wissen auch, daß ein decapitirter Frosch durch einen Nadelstich an jeder beliebigen Stelle der Haut zu Reflexbewegungen veranlaßt werden kann. Sollten nun diese Bewegungen durchaus nur von excitirenden Fasern ausgehen, so wären wir zu der seltsamen Annahme genöthigt, daß jede Hautstelle von der Größe einer Nadelspitze zwei specifisch verschiedene Fasern, eine empfindende und eine excitirende erhalte. Die empfindenden Fasern können gewiß auch Reflexe erregen; aber für möglich und wahrscheinlich halte ich, daß viele Fasern, welche in Hall's Sinne excitiren, zum Erzeugen von Empfindungen nicht geeignet sind. — Manche andere Fragen, welche die Theorie der Reflexbewegungen zu behandeln hat, sind in dem Abschnitte von der Querleitung schon erörtert worden.

V. Ueber den Zusammenhang zwischen der Faserung und den Functionen des Rückenmarkes.

Kein Abschnitt der Nervenlehre liegt in so gänzlicher Verworrenheit, als der vorstehende, indem nicht nur die Angaben verschiedener Beobachter, sondern sogar dieselben Autoren sich oft auf das Grellste widersprechen. Wie wenig die Hauptfragen, die hier aufgeworfen werden können, dem Abschlusse nah sind, mag kürzlich mit Folgendem angedeutet werden:

1) Die hinteren Stränge des Rückenmarkes dienen ausschließlich der Empfindung: Bell, Backer, Kürschner, Longet, van Deen, Stilling.

2) Die hinteren Stränge dienen zwar vorzugsweise der Empfindung, aber doch auch der Bewegung. Sie enthalten Fasern, welche die Streckmuskeln bewegen, nach Valentin dagegen Fasern, welche die Beugemuskeln versorgen, nach Budge.

3) Die vorderen Stränge dienen ausschließlich der Bewegung: Bell, Backer, Kürschner, Longet, van Deen, Stilling.

4) Die vorderen Stränge enthalten neben den motorischen Fasern auch einige sensible: Magendie, Budge, Seubert.

5) Die Seitenstränge des Rückenmarkes beziehen sich ausschließlich auf die respiratorischen Bewegungen: Bell.

6) Berührung der Seitentheile des Rückenmarkes erregt Schmerzen:

Backer; sie erregt weder Schmerzen noch Bewegung: Stilling. Die Seitenstränge dienen den vegetativen Verrichtungen: Bellingieri.

7) Nur die weiße Masse des Rückenmarkes hat Leitungs-Vermögen: Magendie, Kürschner.

8) Die graue Masse, und nicht die weiße, ist diejenige, welche der Leitung dient: Stilling.

9) Ein Querdurchschnitt durch eine Seitenhälfte des Rückenmarkes vernichtet Empfindung und Bewegung in der gleichnamigen Körperhälfte und Reizung einer Seitenhälfte des Rückenmarkes erregt Convulsionen auf derselben Seite: Magendie, Kürschner.

10) Ein solcher Querschnitt vernichtet die freiwillige Bewegung, aber nicht die Empfindung in der entsprechenden Körperhälfte: van Deen.

11) Ein Querschnitt durch eine Seitenhälfte des Rückenmarkes vernichtet weder die Empfindung noch die freiwillige Bewegung in der gleichnamigen Körperhälfte: Stilling.

Bei solchen Widersprüchen ist Beseitigung der fehlerhaften, ja selbst der verdächtigen Experimente die Grundbedingung jedes Fortschrittes und dies mag entschuldigen, wenn ich im Folgenden mehr destructiv als constructiv zu Werke gehe. Anlangend die Frage nach der Vertheilung der sensibeln und motorischen Fasern im Rückenmarke, so dürfte Berücksichtigung verdienen, daß alle Experimentatoren nicht die Function der hinteren und vorderen Stränge, als organisch-gesonderter Faserbündel, sondern die Verrichtung der hintern und vordern Hälfte des Markes, also künstlich und willkürlich gesonderter Theile, untersuchten. Dies verdächtigt aber alle bisherigen Theorien, inwiefern sich dieselben bestimmte Aussagen über ein gesetzliches Verhältniß der Faserlage erlauben. In der That ist mehr als unwahrscheinlich, daß bestimmte Arten von Fasern sich an die rein zufällige Abtheilung des vorn und hinten binden sollten, zufällig insofern, als diese künstlich gebildeten Hälften mit den anatomisch angedeuteten Strängen durchaus nicht zusammenfallen. Bei Halbirung des Rückenmarkes in zwei Hälften kommt auf jede, außer dem vordern und resp. hintern Strange noch ein mehr oder weniger großer Theil des seitlichen, und dieser Seitenstrang müßte, je nachdem er zur vordern oder hintern Rückenmarkshälfte gehörte, specifisch verschiedene Fasern führen. Dies ist zwar möglich, aber nicht wahrscheinlich, am wenigsten bewiesen, und bei der Unzuverlässigkeit aller hierher bezüglichen Versuche nicht einmal beweisbar. Das Resultat aller bisher angestellten Experimente scheint dies, daß sensible Fasern sich hauptsächlich in der hintern Rückenmarkshälfte, die motorische dagegen mehr in der vordern zusammendrängen; dies Resultat ist mehr nicht als ein ungefähres. Die Mehrzahl der Beobachter durchschnitt der Quere nach bald die hintere, bald die vordere Rückenmarkshälfte und beobachtete die Effecte theils während der Operation, theils nachher. Dies Verfahren kann nichts Bestimmtes ergeben, einerseits, weil es unmöglich ist, zu beweisen, daß man genau die eine Hälfte, d. h. nicht mehr und nicht weniger als eben diese durchschnitten, andererseits, weil der Effect der Rückenmarkswunden stets weiter reicht, als deren nachweisbare Grenzen. So wird beispielsweise die genaueste Durchschneidung der hintern Hälfte des Rückenmarkes mit Lähmung zahlreicher Fasern in der vordern verbunden sein, von denen also ungewiß bleibt, ob sie nicht in gleicher Weise fungirten, wie die Fasern der hintern. Kürschner durchschnitt das Rückenmark der Quere nach, ließ die Zeit, wo Reflexbewegungen eintreten, vorübergehen und explorirte die Function der hinteren und vorderen Stränge

durch Nadelstiche in die Schnittfläche, aber auch dieses Operationsverfahren unterliegt mehr oder weniger den eben bemerkten Uebelständen. Während die meisten neueren Beobachter jeder Rückenmarkshälfte eine bestimmte und ausschließliche Function zuschreiben, behaupten einige das Gegentheil. Magendie und Budge reizten die vorderen Stränge von lebendigen Thieren und sahen deutlich Schmerzenszeichen, obschon nicht so lebhafte als bei Reizung der vorderen. Diese Versuche scheinen mir weit bündiger, als die, wo man durch Wegnahme der hintern Rückenmarkshälfte das Empfindungsvermögen vernichtete, sie lassen höchstens den Zweifel übrig, ob die Schmerzenszeichen, die man beobachtete, auch wirklich directe Folgen der Reizung der vorderen Bündel waren, oder von zufälligen Umständen, z. B. von einer mittelbaren Reizung der hinteren Stränge abhingen? Wenn dagegen Budge bei Reizung der hinteren Stränge Bewegungen entstehen sah und hieraus auf die Gegenwart motorischer Fasern folgerte, so liegt das Bedenken nahe, daß solche Bewegungen nur reflectorischer Art war. Noch weniger beweisen die Muskellähmungen nach Durchschneidung der hintern Rückenmarkshälfte, die auch ohne Trennung einer einzigen motorischen Faser sehr leicht zu Stande kommen konnten. Valentin's Angabe, daß in der hintern Rückenmarkshälfte motorische Fasern für die Streckmuskeln liegen, scheint nicht auf Experimenten zu fußen. Ueber die Function der vorderen, hinteren und seitlichen Stränge im anatomischen Sinne bleiben wir vorläufig noch ganz im Unklaren, und wir dürfen uns von der Experimentalphysiologie um so weniger Aufklärung versprechen, als eine Sonderung derselben bei Vivisectionen vollkommen unmöglich ist.

Was die Versuche über den Zweck der grauen und weißen Substanz anlangt, so kenne ich keine von entscheidender Beweiskraft, van Deen machte bei Fröschen tiefe Einschnitte in das Rückenmark, welche die graue Substanz durchschnitten und nur eine dünne Schicht der weißen Stränge, bald der hinteren, bald der vorderen übrig ließen. Er beobachtete in diesen Fällen eine Fortdauer der Emfindung und Bewegung im Hintertheile des Thieres, und schließt also, daß die weiße Substanz für sich allein zu leiten im Stande sei. In dem zweiten Theile seines Werkes nimmt der Verfasser diese Beobachtung zurück und behauptet das Gegentheil, wobei dem Leser leider nicht klar wird, ob die früheren oder die späteren Versuche den Vorzug verdienen [1]). Stilling leugnet, daß die weiße Masse leite, denn wenn man ein Rückenmark von hinten her so tief einschneide, daß nur ein weißes Bündel der vorderen Stränge übrig bleibe, so verschwinde die willkürliche Bewegung, und wenn man in umgekehrter Weise operire und nur ein Faserbündel der hinteren Sträuge übrig lasse, verschwinde die Empfindung [2]). Dies ist sehr glaublich, da nicht selten die unbedeutendsten Verletzungen des Rückenmarkes, ja oft bloße Freilegung desselben mit Depression der psychischen Functionen verbunden sind, aber eben deßhalb beweis't der Versuch nichts. Stilling stieß eine Scheere (!) unterhalb der grauen Substanz quer durch das Rückenmark eines Frosches und durchschnitt die vorderen Stränge, aber ohne die Bewegung des Hintertheils zu lähmen; auf gleiche Weise durchschnitt er die weiße Substanz oberhalb der grauen Masse und sah die Empfindung fortbestehen. Er schließt hieraus, daß die graue Substanz Bewegung und Empfindung leiten müßte, indem er über-

---

[1]) Traités et decouvertes sur la physiol. de la moelle epinière. Leide, 1841.

[2]) Archiv für physiol. Heilkunde, I. 115.

sieht, daß bei einem solchen Operationsverfahren ein bedeutender Theil der Medullarsubstanz unversehrt bleiben mußte, die nur durch einen Cirkelschnitt um die graue Substanz herum vollständig hätte getrennt werden können. Stilling will sogar die hinteren Stränge der Katze mit Schonung der grauen Substanz durchschnitten und hierauf Empfindung beobachtet haben! Wer indeß weiß, wie sich die hinteren Stränge bei den Säugern zwischen die Hörner der grauen Substanz einsenken, der übersieht augenblicklich, daß eine derartige Operation mit Genauigkeit nicht ausführbar ist. Wenn schon die Versuche ungenügend ausfielen, wo es sich um das Leitungsvermögen der grauen Substanz im Ganzen handelt, so mußten die noch viel mehr zu wünschen übrig lassen, wo es sich darum handelte, die Function einzelner Partien derselben zu bestimmen. Nach Stilling soll die graue Substanz der hinteren Stränge der Empfindung, die graue Substanz der vorderen Stränge der willkürlichen Bewegung dienen. Die Versuche wurden an Fröschen gemacht, wo die graue Substanz eine ringförmige Schicht um den Medullarkanal bildet, welche wohl wenig über $1/_{100}$ Zoll im Durchmesser hat! Die vordere Rückenmarkshälfte wurde weggenommen und die Empfindung blieb, die weiße Substanz der hintern Hälfte wurde weggenommen und die Empfindung blieb auch, nun müßte freilich die hintere graue Substanz der Leiter der Empfindung sein, wenn nur ausgemacht wäre, daß sie wirklich der alleinige Rest war.

Valentin, wenn ich ihn recht verstehe, scheint durch seine Versuche zu einer andern Ansicht geleitet zu werden. Ausdrücklich wird angegeben, daß nach Zerstörung der mittlern grauen Substanz eine Leitung des Willens noch möglich sei, während Stilling diese Möglichkeit bestreitet. Valentin schließt dies ebenfalls aus Versuchen an Fröschen, in welchen er die mittlere graue Substanz mit Schonung der weißen und weißgrauen zerstört zu haben versichert (§. 232, Nr. 23.), ohne jedoch anzugeben, wie dieser allem Anscheine nach unmögliche Versuch ausgeführt wurde. Der Zusammenhang der Nerven mit der weißgrauen Substanz, welche zwischen der weißen und grauen den Uebergang bildet, soll genügen, die psychischen Functionen im Gange zu erhalten, und dies wird daraus geschlossen, daß ein Längenschnitt durch das Rückenmark eines Frosches, welcher die Nervenwurzeln von der weißgrauen Substanz trennte, sowohl die willkürlichen als reflectorischen Bewegungen unterdrückte, während ein näher der Mittellinie geführter Längenschnitt, welcher die Uebergangssubstanz mit den Nervenwurzeln in Verbindung ließ, die betreffenden Functionen nicht zerstörte. Derartige Versuche sind im höchsten Grade unsicher, vieldeutig und deßhalb nichtssagend. Die Vernichtung der psychischen Functionen im ersten Falle, wo die Nerven nur mit einer dünnen Lamelle weißer Substanz zusammenhingen, konnte dadurch bedingt sein, daß diese dünne Lamelle durch Druck, Reibung und Blutverlust bei der Operation zu stark gelitten hatte. Das Fortbestehen der willkürlichen Bewegung, wenn der Längenschnitt die weißgraue Substanz schonte, liegt vielleicht nur an der größern Dicke der Lamelle aus Medullarsubstanz und nicht an der Thätigkeit der weißgrauen Masse, die bei dem Schnitte dem Messer zunächst lag und leichtlich desorganisirt werden konnte. Aber möglicher Weise bezog sich auch dieses Fortbestehen der willkürlichen Bewegung auf die Gegenwart einer kleinen Quantität grauer Substanz, wie Stilling einwerfen dürfte, denn was beweis't, daß die graue Substanz vollständig entfernt war?

Kürschner, dessen Versuche sich meistens durch eine strenge Methode

vortheilhaft auszeichnen, durchschnitt das Rückenmark der Quere und reizte die hier sichtlich vorliegenden Theile durch Stiche mit einer Nadel. Die Einführung derselben in die graue Substanz blieb stets ohne Reaction in den Muskeln. Ich habe diesen Versuch an lebenden Fröschen mehrfach wiederholt, und entsprechende Resultate bekommen. Ich konnte die Nadel 3 bis 4''' tief in den Rückenmarkskanal einführen, ohne Spuren von Empfindung im Vordertheil oder Bewegungen im Hintertheil zu veranlassen. Indeß hat Stilling, als er eine Borste in den Rückenmarkskanal des Frosches einführte, Bewegungen in den Hinterschenkeln entstehen sehen. Es fragt sich also: haben Kürschner und ich nicht hinreichend reizbare Individuen vor uns gehabt, oder hat Stilling durch minder vorsichtige Einführung der Borste einen Reiz ausgeübt, dessen mechanische Wirkung über die so höchst dünne Lage der grauen Substanz hinausreichte? Es ist klar, daß auch derartige Versuche kein entscheidendes Resultat geben. Unzweifelhaft scheint dagegen, daß die weiße Substanz des Rückenmarkes leite, was Stilling leugnet. Nach der Angabe dieses Arztes soll Reizung der vorderen Markstränge nur insofern Bewegung vermitteln, als Wurzeln motorischer Nerven direct erregt werden. Schneide man die Nerven des Halses durch und reize die vorderen Stränge des Halsmarkes, so entstehe keine Bewegung. Aber dieser negativen Beobachtung steht eine positive von Kürschner entgegen. Das Rückenmark wurde quer durchgeschnitten und die vorderen Stränge wurden auf der Schnittfläche mit einer Nadelspitze gereizt. Nun bewegten sich nicht nur die Muskeln, deren Nerven in dem gereizten Theile wurzelten, sondern auch die fern liegenden Hinterschenkel. Ebenso entscheidend dürfte folgender Versuch sein. Bei einem Igel, welcher im Winterschlaf lag, legte ich das Halsmark frei und brachte von hinten nach vorn zwei tiefe Querschnitte an. Die Nervensubstanz zwischen den Schnitten wurde in der Länge von etwa 3''' fast vollständig weggenommen, so daß das Gehirn mit dem Rückenmarke nur durch eine sehr dünne Lamelle weißer Substanz, die den vorderen Strängen angehörte, zusammenhing. Daß dem wirklich so war, bewies das Ansehen der peripherischen Schnittfläche des Rückenmarkes, welche die Xförmige Figur der grauen Substanz vollständig erkennen ließ. Nachdem schließlich die benachbarten Halsnerven durchschnitten worden waren, wurde die Medulla oblongata galvanisch gereizt, worauf kräftige Bewegung in der Schultergegend, schwächere am Rumpfe, und noch weit schwächere, oft aussetzende, in den hinteren Extremitäten auftraten. Dieses constante Abnehmen der Bewegung nach hinten beseitigt auch den Verdacht, daß die Bewegungen im Hintertheil nicht sowohl Folgen der Nervenleitung, als eines secundären elektrischen Stromes gewesen sein möchten.

Die feineren Fragen über die Functionen der weißen und grauen Substanz, z. B. ob zur Vermittlung der Reflexfunctionen die Kugelsubstanz nöthig sei oder nicht, solche Fragen werden von der Experimentalphysiologie entweder nie oder höchstens dann beantwortet werden können, wenn man die großen Amphibien in den Versuch zieht. Ein Rückenmark von so kleinen Dimensionen, wie das des Frosches, ist für eine ganze nicht unwichtige Classe von Experimenten unbrauchbar. Indem nämlich die Wirkungen eines Schnittes in den Centralorganen viel weiter reichen, als die Wunde, so werden mit zunehmender Kleinheit des Rückenmarkes die Versuche immer unbrauchbarer, wo man das Verschwinden gewisser Functionen mit der Zerstörung gewisser Theile in Verbindung bringt.

Interessant sind die Untersuchungen über die Abhängigkeit der Nerven-

thätigkeit in der linken und rechten Körperhälfte von den gleichnamigen Hälften des Rückenmarkes. van Deen durchschnitt eine Seitenhälfte des Rückenmarkes der Quere nach vollständig und fand, daß die Empfindung auf derselben Körperseite unterhalb des Schnittes fortbestand. Stilling fügt hinzu, daß auch die willkürliche Bewegung fortdauere. Schneidet man die linke Hälfte des Rückenmarkes am 3ten Wirbel und die rechte Hälfte desselben am 5ten Wirbel quer durch, so sollen die hinteren Extremitäten sowohl ihre Empfindung als willkürliche Bewegung behalten, eine Angabe, welcher auch Valentin beistimmt [1]). Dies wäre von großer Wichtigkeit, wenn es sich bestätigte, denn es würde andeuten, daß im Rückenmarke die Leitung psychischer Reize von der Continuität der Fasern unabhängig wäre, wie dies Stilling wirklich annimmt. Ich habe jene Versuche mit Sorgfalt wiederholt, aber immer entstand unterhalb des Querschnittes Lähmung der gleichnamigen Seite. In einigen Fällen, wo ich auf jeder Seite des Körpers einen Querschnitt angebracht hatte, war das ganze Thier gelähmt, die eine vordere Extremität ausgenommen, welche mit dem Gehirn noch im Zusammenhange stand. Zwar entstanden zu wiederholten Malen Bewegungen der hinteren Extremitäten, ohne irgend eine merkbare Ursache, aber ich kann nicht glauben, daß diese anscheinend selbstständigen Bewegungen vom Willen herrührten. Denn erstens traten sie immer nur sehr örtlich in einem Schenkel, manchmal nur in einem Fuße auf; zweitens hatten sie äußerlich mehr Aehnlichkeit mit Krämpfen, als mit Ortsbewegungen, und drittens associirten sie sich nur selten mit den allerdings willkürlichen Bewegungen des ungelähmten Vordergliedes. In der That kamen die Thiere, wenn der eine Querschnitt vor dem 2ten Spinalnerven angebracht war, nicht von der Stelle, sondern drehten sich nur mit Hülfe der einzigen vordern Extremität, welche noch unter dem Einflusse des Willens stand, ein wenig hin und her. — Es liegt nahe, zu fragen, ob nicht van Deen und Stilling die Seitenhälften des Rückenmarkes nur unvollkommen zerschnitten, oder ob sie vielleicht Erscheinungen des Reflexes für psychische genommen haben. Möglich wäre auch, daß die Längenfasern des Rückenmarkes von dem geraden Laufe etwas abwichen, wo dann der doppelte Schnitt von rechts und von links bis zur Mittellinie nicht alle Fasern zu trennen brauchte und wenigstens einige zur Vermittlung psychischer Actionen übrig lassen könnte. Aber auf keinen Fall möchte ich mit Stilling annehmen, daß Gefühl und Willkür trotz der Trennung der Rückenmarks-Fasern durch die bloße Contiguität der Theile vermittelt worden wäre. Wenn man das Rückenmark des Frosches in der Richtung der Länge sorgfältig theilt, so finden auf jeder Seite Empfindungen und freiwillige Bewegungen unzweifelhaft Statt. Dies beweis't, daß in diesem Falle die Nervenleitung dem geraden Laufe der Fasern folgt. In dem mehrerwähnten Experimente soll dies nicht stattgefunden haben, der Reiz mußte also, da er durch den Schnitt nicht hindurch wirken konnte, seitlich abweichen und, um an dem Orte seiner Bestimmung anzukommen, durch eine zweite seitliche Abweichung in die eben verlassene Bahn zurückkehren. Hiernach könnte ein Reiz, der an einer bestimmten Stelle des Körpers einen bestimmten Effect auslösen sollte, nach zufällig eintretenden Umständen verschiedenen Bahnen folgen, oder, mit anderen Worten, die Leitung der psychischen Reize wäre an den Gang bestimmter Fasern des Rückenmarkes überhaupt nicht gebunden. Diese Annahme steht in grellem Widerspruche

[1]) Lehrbuch der Physiol. II. 764.

mit der wohlbegründeten Erfahrung, daß Hirnleiden in gekreuzter Richtung am Stamm und in den Extremitäten sich geltend machen. Von theoretischer Seite aber entstände das Bedenken, wie bestimmte Reize an bestimmmte Punkte gelangen sollen, z. B. der Reiz des Willens in den erforderlichen Muskel, wenn nicht wiederum bestimmte Träger desselben vorhanden wären, welche so zu sagen die Entladung des Reizes am falschen Punkte unmöglich machten. Nur wenn der Gang des Reizes keine exclusive Richtung hat, wie so häufig in den Reflexbewegungen, bedarf es bestimmter Conductoren nicht, daher Querdurchschnitte der Seitenhälften des Rückenmarkes die Ausbreitung der Reflexbewegungen in keiner Weise behindern. Durchschneidet man also die rechte Hälfte des Rückenmarkes, so kann man durch Berührung des rechten Hinterschenkels allerdings Reflex im rechten Vorderfuße veranlassen, aber dieser Fall ist von dem oben erwähnten darin unendlich verschieden, daß der Reiz sich nicht an einer bestimmten Stelle, sondern überall geltend macht. In der That bewegen sich bei Berührung des rechten Hinterschenkels im angegebenen Falle sämmtliche Extremitäten. Dies beweis't, daß bei Reflexbewegungen an isolirte Leitung nicht zu denken ist, denn offenbar ist Querleitung eingetreten, und nun hat es nichts Befremdliches, daß der excitirende Reiz auch über die Grenzen des Querschnittes hinaus sich geltend mache. Ich habe anderwärts gezeigt, daß selbst bei Längenspaltung des Rückenmarkes in der Mittellinie die Reizung der einen Körperhälfte Bewegungen in der gegenüberliegenden auslös't, wenn nur die beiden Rückenmarkshälften an irgend einer, gleichviel welcher, Stelle durch eine Brücke unverletzter Substanz zusammenhängen [1]).

Mehre Beobachter versichern, daß der Charakter der Zweckmäßigkeit, welcher die Reflexbewegungen auszeichnet, weder durch ausgedehnte Längenschnitte in der Mittellinie des Markes, noch durch wiederholte Querschnitte von der Mittellinie bis zum linken und rechten Rande desselben, gestört werde. Meine eigenen Versuche über diesen Gegenstand sind nicht zahlreich genug, um ein entscheidendes Urtheil zu erlauben, doch habe ich ein rechtes Zusammenstimmen der Bewegungen in solchen Fällen nie wahrgenommen. Könnten Frösche, denen man die rechte und die linke Rückenmarkshälfte in verschiedenen Wirbeln durchschnitten, noch regelrechte Sprünge ausführen, wie behauptet worden, so dürfte eine theoretische Erklärung dieser Thatsache überaus schwierig sein. Denn begreiflich ist zwar, daß ein Reiz, auch nach Trennung der Längenbündel durch Querleitung weiter gehe, und hiermit zu motorischen Fasern gelange, die unterhalb des Querschnittes liegen; aber unverständlich dürfte bleiben, warum der Reiz nun gerade zu den motorischen Fasern gelange, die zum Sprunge dienen. Sollen nämlich die vier Extremitäten durch irgend einen Reiz zum Springen veranlaßt werden, so müssen sie unter einander auf eine Weise verbunden sein, welche den Act, der in einem Gliede bedingt wird, nun auch nothwendig macht in allen anderen. Insofern nun beim Sprunge ganz bestimmte motorische Nerven associirt werden müssen, scheinen ganz bestimmte Verbindungsglieder unerläßlich, und wo diese nach Trennung sämmtlicher Längenfasern herkommen sol-

---

[1]) Diesen Versuch hat Henle (Allgem. Anat. S. 723) so verstanden, als hätte ich zwischen den beiden Seitenhälften des Rückenmarkes nur ein Verbindungsstück aus grauer Substanz übrig gelassen, während ich in der That auch die weiße Substanz an dieser Stelle geschont hatte. Wenn daher Henle mein Experiment als einen Beweis betrachtet, daß die graue Substanz leite, so beruht dieser auf einem Mißverständnisse.

zen, ist nicht recht begreiflich. Bei der Wichtigkeit des hier besprochenen Gegenstandes für die Theorie der Leitung will ich bemerken, daß einzelne Fälle zweckmäßiger Combination sämmtlicher Extremitäten unter den angegebenen Umständen nicht benutzt werden dürfen, um die Continuität der leitenden Fasern als ein Gleichgültiges darzustellen. Es ist nämlich klar, daß auch der undeterminirte Gang des Reizes bei Q u e r l e i t u n g eine zusammenstimmende Bewegung der vier Extremitäten dann erzeugen werde, wenn er die Nerven derselben, welche für combinirte Actionen bestimmt sind, zufällig im Maximum der Erregbarkeit vorfindet.

Vollkommen unzweifelhaft ist, daß sowohl nach Längentheilung des Rückenmarkes als bei Anbringung der mehrerwähnten Querschnitte zweckmäßig combinirte Bewegungen in den einzelnen Theilen erzeugt werden können. Wir werden hieraus schließen dürfen, daß die motorischen Nerven nicht erst im Gehirn, sondern schon in ihren Insertionspunkten in der Weise geordnet sind, daß jeder Reiz, welcher sie durchirrt, mechanisch zusammenpassende Muskeln bewegen muß. Dieser, wie mir scheint, unabweisbare Schluß ist von Wichtigkeit für die oben aufgestellten Theorien über die Disposition der Faserung (II. G.). Ich glaube, bewiesen zu haben, daß nicht alle Rückenmarksnerven, vielleicht kein einziger, im Gehirn entspringe, und es war wichtig, zu zeigen, daß die vom Willen bedingten, zweckmäßigen Bewegungen auch ohne Continuität der Fasern bis zum Gehirn verständlich wären. Nach dem oben Mitgetheilten ist dies vollkommen klar. Die motorischen Fasern eines Rückenmarksnerven sind an ihrem Ursprunge so geordnet, daß ein Reiz, welcher sie trifft, ein zweckmäßiges Ganze von Bewegungen hervorruft. Nun ist thatsächlich die Erregung einer einzigen sensibeln Faser der Schwimmhaut ausreichend, alle zusammengehörigen, motorischen Fasern eines Froschschenkels in's Spiel zu setzen; es ist also kein Grund, zu zweifeln, daß eine einzige Hirnfaser, die bis zum Insertionspunkte der zusammengehörigen motorischen Schenkelnerven herantritt, dasselbe leisten werde. Noch viel weniger aber ist Grund, zu zweifeln, daß eine einzige Hirnfaser ausreichen werde, alle diejenigen motorischen Fasern in Thätigkeit zu setzen, welche ohne Ausnahme gleichzeitig wirken, wie beispielsweise die Nerven eines und desselben Muskels, und welche daher, aller Wahrscheinlichkeit nach, in ihren Wurzeln so eingerichtet sind, daß particuläre Zustände und Actionen in ihnen unmöglich sind. Für die motorischen Nerven halte ich eine räumliche Coordination der zusammengehörigen Fasern in der Nähe ihrer Insertionspunkte für vollkommen unzweifelhaft, für die sensibeln Nerven ist sie durch Experimente nicht nachweisbar, aber der Analogie nach wahrscheinlich. So liegt es namentlich nahe, anzunehmen, daß diejenigen sensibeln Fasern, welche isolirter Empfindung nicht fähig sind, wie z. B. zahlreiche Fasern ziemlich großer Hautflächen des Rückens, gleich bei ihrem Eintritt in das Rückenmark sich unmittelbar zusammenordnen, sei es, um durch Irradiation ihre Erregungszustände zu verschmelzen, sei es, um unter den Fasern des Rückenmarkes einen gemeinsamen Conductor zu finden, welcher die Erregung aller zu einem Punkte des Sensoriums leite, und dadurch die Einheit der Empfindung vermittle. — In einem frühern Abschnitte habe ich die Gründe entwickelt, welche wahrscheinlich machen, daß eine besondere Classe von Fasern die Wurzeln der Nerven mit dem Seelenorgane verbinde, im Rückenmarke würden diese Fasern als die eigentlichen Rückenmarksfasern zu betrachten sein.

Unter den Versuchen, welche zu ermitteln beabsichtigten, welcher Zusammenhang zwischen der Structur des Rückenmarkes und dessen Functionen

bestehe, sind die Arbeiten von Stilling und Wallach zu nennen [1]). Um einige von den Angaben namhaft zu machen, welche am unmittelbarsten zu physiologischen Folgerungen führen würden, so sollen alle Spinalnerven directe Fortsetzungen der feinen Fasern der grauen Substanz sein (Heft I. S. 28). Diese Substanz besteht theils aus Längenfasern, theils aus Querfasern; letztere sind nichts Anderes als unmittelbare Fortsetzungen der Nervenwurzeln (II. 4.). Die Fasern der hinteren Nervenwurzeln setzen von hinten nach vorn durch das Rückenmark, um an der entgegengesetzten Seite als Fasern der vorderen Wurzeln wieder auszutreten. Diese Bildung von Nervenkreisen bezieht sich indeß nicht auf alle Querfasern, vielmehr geht eine Abtheilung der Fasern, welche von den Nerven in die graue Substanz eintreten, als austretende zur entgegengesetzten Seitenhälfte, wodurch die vordere und hintere Quercommissur gebildet werden (S. 5.). Auch zieht sich ein Theil der grauen Querfasern gegen die Peripherie des Rückenmarkes, ohne zu Nervenwurzeln zusammenzutreten. Diese feinen Fasern begleiten meistens die Fortsätze der pia mater und die Gefäße, und scheinen als Gefäßnerven betrachtet werden zu müssen, u. s. w.

Ich zweifle, daß anatomische Probleme, wie die hier aufgestellten, gegenwärtig schon lösbar sind, jedenfalls aber ist die Untersuchungsmethode von Stilling und Wallach viel zu mangelhaft, um Aufschlüsse zu gewähren. Es wurden theils vom frischen, theils vom erhärteten Rückenmarke mit dem Rasirmesser möglichst feine Querschnitte bereitet, diese zwischen zwei Glasplättchen durch gelinden Druck noch durchsichtiger gemacht, und bei 15 bis 90facher (nicht ausreichender) Vergrößerung betrachtet. Ein solches Verfahren kann über den Gang der Fasern nichts lehren. Erstens sind die Primitivfäden des Rückenmarkes so fein und so beweglich, daß auch der Schnitt mit dem feinsten Messer nothwendig eine Dislocation mehrerer Faserschichten hervorbringen muß, deren Unordnung das mikroskopische Bild unklar macht. Zweitens sind so feine Schnitte, welche den Gang der einzelnen Fasern zu verfolgen erlaubten, überhaupt nicht herstellbar, es mußte also Compression zu Hülfe genommen werden, welche die vom Messer veranlaßte Unordnung noch vermehrte. Drittens liegen die Fasern natürlich nicht in geraden Ebenen, werden also unvermeidlich durchschnitten, und je schiefer die Fasern der Nervenwurzeln durch das Rückenmark setzen, um so mehr wird man in dünnen Querschnitten desselben statt ganzer Fasern nur äußerst kleine Fasersegmente erhalten! Bringt man nun das Präparat unter das Compressorium, so werden die ursprünglich in schiefer Lage befindlichen Fasersegmente in eine gerade Ebene gequetscht, welche dem Querdurchmesser des Rückenmarkes entspricht, und es entsteht der Anschein von transversalen Bündeln. Stilling und Wallach beschreiben Structurverhältnisse destruirter Theile, aus solchen Beschreibungen sind physiologische Folgerungen nicht ableitbar.

---

[1]) Untersuchungen über den Bau des Nervensystems von Dr. B. Stilling und Dr. J. Wallach. Heft 1. 1842. Heft 2. 1843.

VI. Von den peripherischen Nerven im Allgemeinen.

A. Von dem feinern Baue der Nerven.

Die Fasern der peripherischen Nerven sind von einer blassen, structurlosen, überaus dünnen Scheide umgeben, welche weder mit der sogenannten Markscheide, noch mit den zufälligen Umgebungen von Zellgewebe verwechselt werden darf [1]). Die Markscheide bildet die bekannten doppelten Contoure, welche den animalen Nervenfasern das Ansehen von Röhren geben, und darf vorläufig um so mehr für einen integrirenden Theil dieser gelten, als in ganz frischen unveränderten Nerven die doppelten Contoure häufig fehlen, anscheinend, weil sich Aeußeres und Inneres (Achsencylinder?) noch nicht gesondert haben. Die eigentliche Scheide verhält sich dagegen deutlich als Hülle der Faser, und wenn sie, wie wahrscheinlich, an den specifischen Verrichtungen keinen Antheil hat, so ist sie der natürliche Isolator derselben. Wie diese Scheiden schon in den peripherischen Nerven überaus dünn sind, so werden sie in den Centralorganen, wenn sie überhaupt hier vorkommen, von verschwindender Feinheit, womit man hypothetisch die im Gehirn- und Rückenmarke so häufigen Erscheinungen von Querleitung in Verbindung bringen könnte [2]).

Die Fasern verästeln sich nie, und stehen, wenn man von den Endschlingen absieht, nirgends in unmittelbarem Zusammenhange. Dies ist bei dem Verständniß der Anastomosen fest zu halten. Der Zweig, welchen ein Nerv an den andern abgiebt, vertauscht nur seine Bahn, bleibt aber auch im fremden Gebiete anatomisch und physiologisch selbstständig. Untersucht man die Anastomosen mikroskopisch, so sieht man, daß die von fremden Nerven eingetretenen Fasern isolirt fortlaufen und meistens der Peripherie sich zuwenden. Indeß habe ich in den Verbindungen, welche die Halsnerven theils unter sich, theils mit dem N. hypoglossus und accessorius eingehen, deßgleichen an einer Anastomose zwischen dem 4ten und 5ten Nervenpaare, Fasern gefunden, welche bei dem Uebertritt in die fremde Bahn sich gegen das Centrum wandten. — Untersucht man die Anastomosen physiologisch, so ergiebt sich, daß die Nerven, welche fremde Aeste anastomotisch aufnehmen, in ihren primitiven Kräften ebenso wenig eine Aenderung erfahren, als die hinzutretenden Fasern unfähig sind, sich die specifischen Eigenschaften der Nerven zu assimiliren, in dessen Organismus sie eintreten. Ein bekanntes Beispiel liefern die Anastomosen des N. trigeminus und facialis im Gesicht. Die Nervenzweige nämlich, welche in Folge der Anastomose Fasern aus beiden Paaren enthalten, haben sowohl sensibles als motorisches Vermögen, aber von den Schenkeln der Anastomose ist der vom 5ten Paar herstam-

[1]) Das Nähere bei Schwann, Mikroskopische Untersuchungen, S. 170 u. f.

[2]) Henle, Allgemeine Anatomie §. 782, nennt die Scheide stark, und bildet sie auch so ab, Tab. IV, Fig. 5. H. — Schwann a. a. O. sagt und zeichnet das Gegentheil. Ich habe die Scheiden nie anders als sehr fein gesehen, und bekenne, daß ich sie an den Fasern der peripherischen Nerven nur unter begünstigenden Umständen, an den Fasern der Centralorgane nie direct wahrnehmen konnte. Indeß lassen mancherlei Erscheinungen auf die Gegenwart feiner Scheiden im Hirn- und Rückenmarke schließen.

mende nur sensibel, und der dem 7ten Paare angehörige nur motorisch; ein wechselseitiger Austausch der Kräfte hat nicht stattgefunden.

Aus der Isolation der im Verlaufe der Nervenstämme und Aeste würde man die Wirkung der Geflechte construiren können, auch wenn es an directen Erfahrungen über diesen Gegenstand fehlte. Die Geflechte entstehen durch anastomotische Verbindung zweier oder mehrer Nerven, welche nach einer mehr oder weniger vollkommenen Vermischung ihrer Fasern wieder in Aeste auseinandertreten. Es ist klar, daß die Aeste des Geflechtes eine vielseitigere Wirkung äußern werden, als jede Wurzel desselben im Einzelnen, und ebenso klar ist, daß die Art und der Umfang ihrer Kräfte von der Art und der Mannichfaltigkeit der Elemente abhängt, welche sie in Folge der Faservermischung im Plexus aus verschiedenen Wurzeln bezogen haben. Bedenkt man, daß die Kräfte der Nerven im Allgemeinen durch die Centralorgane, und im Speciellen durch die Stelle eines Centralorgans regulirt werden, wo die Wurzeln derselben sich inseriren, so übersieht man die wichtigen Folgen der Plexusbildung augenblicklich. Ein peripherisches Organ wird unter Einfluß und Obhut derjenigen particulären Centra gestellt, von welchen die verschiedenen Nervenfasern ausgehen, die durch die Zweige des Plexus ihm zufließen.

B. Von den sensibeln und motorischen Nervenwurzeln.

Die Pathologie war schon zu Galen's Zeiten im Besitz von Erfahrungen, welche zeigten, daß von den beiden Hauptfunctionen des Nervensystems: Vermittlung der Empfindung und der Bewegung, nicht selten eine verschwinde, während die andere fortbestehe. Hieran konnte sich leicht die Vermuthung schließen, daß die gesonderten Functionen durch besondere Organe vertreten würden, um so mehr, da die specifischen Sinnesnerven des Auges, Ohres und der Nase ihrer peripherischen Ausbreitung nach keine Bewegungen, wenigstens nicht Muskelbewegungen, hervorzubringen geeignet waren. Treviranus war vielleicht der Erste, welcher der sensibeln und motorischen Nervenkraft besondere Bahnen anzuweisen versuchte, aber freilich darin irrte, daß er erstere durch das Nervenmark, letztere durch das Neurilem vermittelt wissen wollte [1]. Bell's Scharfsinn berücksichtigte die doppelten Wurzeln, mit welchen alle Rückenmarksnerven entspringen, ihn frappirte der Umstand, daß nur die hinteren Wurzeln mit Ganglien ausgerüstet waren und daß deutlich gesonderte Stränge des Rückenmarkes einerseits die hinteren, andererseits die vorderen Wurzeln in sich aufnehmen, er reizte also an frisch geschlachteten Thieren bald die einen, bald die anderen, und gelangte (1811) zu der wichtigen Entdeckung [2], daß nur Reizung der vorderen Wurzeln Bewegung vermittle. Fortgesetzte Untersuchungen an der doppelten Wurzel des 5ten Paares lehrten, daß auch hier die des Ganglions entbehrende kleine Wurzel Bewegungen, dagegen die mit dem Gasser'schen Knoten versehene größere Wurzel, welche offenbar den hinteren Wurzeln der Spinalnerven entspricht, keine Bewegung, wohl aber Empfindung vermittle. Auf diese Erfahrungen gründet Bell den Lehrsatz, daß die hinteren Rückenmarkswurzeln der Empfindung, die vorderen der Bewegung dienten. — Magendie untersuchte die Functionen der Nervenwurzeln an

---

[1]) Reil's Archiv I., Heft 2, Seite 16 (im Jahre 1796).

[2]) The nervous system of the human body etc., by Charls Bell. London, 1830. — in's Deutsche übersetzt von Romberg 1832.

lebenden Thieren [1]). Er fand, daß nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln die Empfindung und nicht die Bewegung, nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln dagegen die Bewegung und nicht die Empfindung verloren ging. Strychnin, welches bei gesunden Thieren Krämpfe erregt, blieb nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln ohne Wirkung, während nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln die Krämpfe eintraten. — Besonders genaue Versuche machte Joh. Müller an Fröschen, welche die Richtigkeit des Bell'schen Lehrsatzes wenigstens für diese Thierart außer Zweifel stellten. Ebenso fielen Panizza's und Valentin's Versuche an Säugethieren affirmativ aus. Ueberhaupt kann gegenwärtig an der Gültigkeit des Satzes, daß die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven ausschließlich die Empfindung, die vorderen ausschließlich die Muskelbewegung vermitteln, kaum noch gezweifelt werden.

Wenn ich vor wenigen Jahren anders urtheilte, so bestimmten mich vorzugsweise die von Kronenberg angeblich bestätigten Versuche Magendie's, nach welchen Reizung der vorderen Wurzeln Schmerzenszeichen veranlassen sollten, wenn man nur die Integrität der hinteren Wurzeln erhalten hätte [2]). Der Ausspruch eines so geübten Experimentators schien mir um so wichtiger, je wahrscheinlicher es war, daß in früheren Versuchen, beim Einschneiden vom Rücken her, die hinteren Wurzeln gezerrt, wo nicht gar durchschnitten worden waren. Fast noch wichtiger war mir ein Ausspruch M. Hall's [3]), welcher, mit Bezugnahme auf Joh. Müller's Versuche über die Function der Nervenwurzeln, versicherte, daß er bei der Schildkröte und Raja batis die Resultate des Berliner Physiologen nicht bestätigt gefunden habe, indem galvanische Reizung der hinteren Wurzeln bei diesen Thieren Bewegung vermittle. Müller erklärt diese abweichenden Ergebnisse für Folgen von Reflex, und hat hiermit dem brittischen Neurologen einen Vorwurf gemacht, an welchen ich nicht denken mochte. In der That, wenn Hall, nachdem er mehr als ein Buch über Reflexfunctionen geschrieben, an undurchschnittenen hinteren Wurzeln operirte, und die Bewegungen, die er dann sah, als Beweise gegen den Bell'schen Lehrsatz benutzte, so beging er eine Gedankenlosigkeit, welche mit seinen sonst sorgsamen Untersuchungen durchaus nicht in Einklang steht. Indeß hat Hall, obschon er in Müller's Archiv arbeitet, sich nicht gerechtfertigt, und andererseits sind die vorerwähnten Versuche Magendie's von Longet widerlegt worden [4]), so daß ich die Bedenken, die ich eine Zeitlang hegte, als beseitigt betrachte.

Wenig erheblich scheinen mir die neueren Einwürfe von Meyer und Arnold. Ersterer beruft sich darauf, daß Valentin bei Durchschneidung eines rein motorischen Nerven (des oculomotorius) Schmerzenszeichen bemerkt habe, aber Meyer hätte erst beweisen müssen, daß dieser Nerv ein rein motorischer, oder, was eigentlich gemeint war, ein solcher sei, der nur eine Art von Fasern enthalte! Arnold sucht dagegen zu zeigen, daß die vorderen Aeste nicht bloß der Muskelbewegung, sondern auch der Muskelempfindung dienen. Er behauptet, das Muskelgefühl sei ein specifisches, es werde durch mechanische Reize gar nicht geweckt, und nur hierauf beruhe es, daß Durchschneidung der

---

[1]) Journal de Physiologie II., pag. 276 und 366.

[2]) Müller's Archiv. 1839. S. 360.

[3]) Memoirs on the nervous system, pag. 44.

[4]) Longet, Anatomie et physiologie du système nerveux. Paris. 1842. I., pag. 37.

vorderen Wurzeln keine Schmerzen veranlasse[1]. Als Beweis dient folgendes Experiment: Einem lebenden Frosche wird die Haut des einen Schenkels abgezogen, worauf es unmöglich ist, durch irgend einen Reiz auf diesen Schenkel das Thier zu Schmerzensbewegungen zu veranlassen. Gleichwohl bewegt sich dasselbe noch willkürlich, es hat noch Muskelgefühl, und folglich sind die sensibeln Muskelnerven anders organisirt, als die sensibeln Hautnerven, sie sind für mechanische und chemische Reize unempfänglich. Allein Arnold übersah, daß in seinem Versuche eine Abweichung der Nerventhätigkeit vorkam, die jede Folgerung aus demselben unmöglich machte. Mit der Haut waren die Endschlingen der sensibeln Nerven, aber nicht deren Zweige und Stämme, entfernt! Warum empfanden diese nicht? Der Grund ist nicht recht klar, aber einleuchtend ist, daß eben, weil sie nicht empfanden, der Versuch höchst zweideutig ist. Wir besitzen Versuche von Panizza, welche mehr Beweiskraft haben. Einer Ziege wurden die hinteren Wurzeln der vier letzten Lumbal- und der drei ersten Sacralnerven durchschnitten, nach welcher Operation die Bewegungen zwar fortgingen, aber mit einem gewissen Ungeschick, welches deutlich zeigte, daß das Thier nicht empfand, wie es den Fuß aufsetzte und bewegte[2]. Eine ähnliche Beweiskraft haben im Grunde die Irrthümer Bell's über die motorische Kraft des fünften Paares. Er durchschnitt dieses bei einem Esel und fand die Bewegungen der Gesichtsmuskeln in dem Grade gelähmt, daß er die Nerven der Bewegung durchschnitten zu haben wähnte. Die Lippen hingen schlaff nach unten, unstreitig nur, weil das Thier die Schlaffheit des Ringmuskels nicht wahrnahm. Daß die sensibeln Nerven nicht bloß das Gefühl der Haut, sondern auch das Muskelgefühl vermitteln, würde ich schon aus den sehr zahlreichen Zweigen schließen, welche aus der großen Wurzel des fünften Paares in die Augenmuskeln treten.

Wenn nach Bell die hinteren Wurzeln der Empfindung und die vorderen der Bewegung dienen, so bezieht sich das Wort Empfindung nur auf die bewußte Empfindung, und das Wort Bewegung nur auf die Muskelbewegung. Ob die unbewußten Perceptionen ebenfalls durch Vermittlung der hinteren Wurzeln, und nur durch diese, zu Stande kommen, — ob ferner die Bewegung der nicht muskulösen Theile, inwiefern sie vom Gehirn und Rückenmark ausgehen, durch die vorderen Wurzeln vermittelt werden, darüber hat Bell nicht geurtheilt. Der Einfluß der Gemüthsbewegungen auf die Absonderung der Thränen- und Hautdrüsen scheint zu beweisen, daß den sensibeln Nerven Fasern beigemischt sind, welche motorische Reize in centrifugaler Richtung auf Gefäße und Drüsen überführen. Hieraus ergiebt sich, daß die Verwandlung des Ausdrucks sensible Wurzeln in centripetale nicht ausführbar ist, so wünschenswerth er sonst wäre, um anzudeuten, daß alle centripetalen Fasern sich in den hinteren Wurzeln zusammendrängen. In der That scheinen in den vorderen Nervenwurzeln nur centrifugale Fasern vorzukommen, dessenungeachtet können sie nicht centrifugale heißen, weil, wie bemerkt, auch in den hinteren Wurzeln Leitung nach außen zu Stande kommt. Ob die vorderen Wurzeln nur motorische Fasern für Muskeln oder auch für andere Theile enthalten, ist unentschieden, daher J. W. Arnold's Vorschlag, die motorischen Nerven Bell's Muskelnerven zu nennen, selbst dann unannehmbar sein würde, wenn man bei

---

[1] J. W. Arnold, Ueber die Verrichtung der Wurzeln der Rückenmarksnerven. Heidelberg, 1844. S. 112.

[2] Panizza, Versuche über die Verrichtungen der Nerven, übers. von C. Schenemann. Erlangen, 1836.

Muskelnerven von der Energie der Muskelempfindung abstrahiren wollte. Die so viel bekrittelten Ausdrücke: sensible und motorische Nerven, scheinen mir, wenn es auf Kürze des Ausdrucks ankommt, die physiologischen Verhältnisse der Wurzeln immer noch am besten zu bezeichnen, man braucht nur unter motorisch musculo-motorisch zu verstehen, wie dies Bell wollte, so sind jene Bezeichnungen wenigstens nicht falsch, obschon defect. Bell selbst bezog seinen Lehrsatz nur auf die Rückenmarksnerven, nicht auf die Hirnnerven, das fünfte Paar ausgenommen. Erst die Deutschen übertrugen das, was von den Nerven des Rückenmarkes erwiesen war, auf die des Gehirns, und kamen durch unbegründete Analogien zu falschen Forderungen. Dies wird sich in der Lehre von den einzelnen Hirnnerven näher ergeben. Hier ist im Allgemeinen nur auf Folgendes aufmerksam zu machen: 1) Die Ableitung der Hirnnervenwurzeln von den vorderen und hinteren Strängen des Rückenmarkes ist ein vergebliches Bestreben. Die anatomischen Untersuchungen nämlich weisen deutlich auf Kreuzungen zwischen den vorderen und hinteren Strängen hin, aber die Grenzen dieser Kreuzung sind mit Sicherheit nicht nachzuweisen [1]). Dazu kommt, daß die hinteren wie die vorderen Stränge durch verschiedene Anhäufungen grauer Substanz hindurchsetzen, in welchen viele Fasern zu endigen, noch mehrere zu beginnen scheinen, so daß der Nachweis der Identität der Rückenmarksstränge und der Theile, in welche sie sich scheinbar im Gehirn fortsetzen, nicht möglich ist. 2) Auch die Ganglien an den Nervenwurzeln geben über die Functionen derselben keinen Aufschluß. So fehlen die Ganglien an den Wurzeln der specifischen Sinnesnerven, und wiederum finden sie sich an den Wurzeln verschiedener motorischer. In meiner Abhandlung über die Kopfnerven des Frosches habe ich nachgewiesen, daß bei diesen Thieren nicht nur der motorische Ast des trigeminus, sondern auch der Gesichtsnerv und der Nervus abducens vollständig durch den Gasser'schen Knoten treten. Für die Säugethiere zeigte ich, daß motorische Nerven durch die Knoten des Vagus des glossopharyngeus, und beim Kalbe durch das Knötchen der kleinen Wurzel des hypoglossus hindurchsetzen. Wie wenig die Gegenwart eines Ganglions in den Nervenwurzeln zu schließen erlaubt, ergiebt sich daraus, daß nicht einmal die Functionen der Rückenmarksnerven durch die Ganglien gesetzlich bedingt werden. So tritt bei den Fröschen ein großer Theil der motorischen Wurzeln durch die Spinalganglien. Es ist auffallend, daß Müller trotz dieser Erfahrungen auf die Gegenwart der Knoten an den Wurzeln noch ein gewisses Gewicht zu legen scheint, wie sich daraus ergiebt, daß er beim Zungenschlundnerven dem Ganglion petrosum eine ganz andere Bedeutung zuschreibt, als dem Knoten Ehrenritter's, welcher letztere wohl nur insofern der Wurzel näher angehört, als er noch innerhalb der dura mater liegt. (S. unten bei N. glossopharyngeus.)

Alle Beobachtungen vereinigen sich, zu beweisen, daß es zwei Classen von Nervenfasern gebe, von welchen die eine Empfindung, aber nicht Muskelbewegung, die andere Muskelbewegung, aber nicht Empfindung vermittelt; zweifelhaft dagegen ist, ob der specifische Charakter der Thätigkeit von der Natur der Fasern oder vielmehr von der Beschaffenheit der Theile abhänge, von welchen die Nerven entspringen und zu welchen sie gehen. — Die motorischen und sensibeln Fasern sind anatomisch gleichartig, aber dies reicht nicht aus, zu beweisen, daß sie auch functionell sich gleichen. Entspräche der Gang der Leitung

[1]) Ein überaus interessantes Präparat von Ed. Weber befindet sich in der anatomischen Sammlung zu Leipzig.

dem äußern Anscheine, wäre nämlich die immanente Bewegung, welche in irgend einer Weise der Innervation zu Grunde liegen muß, in den sensibeln und motorischen Fasern einer einseitigen Richtung unterworfen, so wäre die Frage im Wesentlichen schon gelös't. Indeß ist zuzugeben, daß unsere Versuche hierüber noch nicht entscheiden. Wenn wir einen motorischen Nerven an irgend einer Stelle seines Verlaufes reizen, so entsteht eine Bewegung unterhalb der gereizten Stelle, dagegen weder Bewegung noch sonst ein merkbarer Effect nach oben. Ob aber nicht dennoch eine Wirkung nach oben stattfinde, die nur der sinnlichen Wahrnehmung entgehe, bleibt ungewiß. Aehnliches gilt für die Sinnesnerven. Meyer behauptet sogar, daß jede Reizung, welche eine Nervenfaser irgendwo trifft, diese in ihrer Totalität afficire, also nach innen und nach außen geleitet werde. Eine solche Annahme ist logisch möglich, aber erfahrungsmäßig nicht nur ebenso unerwiesen, als die erste, sondern hat sogar den Schein gegen sich. Die anatomische Untersuchung lehrt, daß Zweige des sensibeln trigeminus bis in die Augenmuskeln eindringen, und das physiologische Experiment beweis't, daß Reizung dieser Zweige ohne motorischen Effect bleibt. Diese Erfahrung ist für die vorliegende Frage nahebei entscheidend und jedenfalls viel wichtiger, als alle jene prätendirten Wirkungen der sensibeln Nerven nach außen, Wirkungen, welche, wie die des N. lacrimalis auf die Thränendrüse, durch die Gegenwart sympathischer Fasern erklärlich sind[1]). Interessant, aber ohne Beweiskraft, sind die von Schwann und Steinrück gemachten Erfahrungen an durchschnittenen und glücklich regenerirten Nerven. Beide Forscher fanden, daß die Function der Nervenwurzeln in solchen Fällen sich nicht ändere. Insofern nun nicht angenommen werden kann, daß jede durchschnittene Faser durch richtige Verbindung ihrer centralen Hälfte mit der ihr zugehörigen peripherischen in den alten Stand zurückkehre, könnte es scheinen, daß die Innervation von den Insertionspunkten der Nerven ausgehe und daß z. B. ein peripherisches Ende einer motorischen Faser, welches sich mit dem centralen Stumpfe eines sensibeln Fadens vereinigte, seine früherhin motorische Wirkung nun mit der sensibeln vertauschen müßte. Allein dieser Ansicht steht eine andere nicht minder berechtigte und meiner Ansicht nach wahrscheinlichere gegenüber. Es wäre nämlich möglich, daß differente Fasern, auch wo sie verwüchsen, ganz ohne Wirkung blieben. Die gereizte motorische Wurzel würde in allen Fasern, welche auf der peripherischen Seite mit sensibeln verwachsen wären, den Reiz eben nur bis zur sensibeln Faser leiten, und umgekehrt könnte die Reizung der sensibeln Wurzel, obschon eine Anzahl ihrer Fasern in motorische ausgingen, doch nicht Bewegung vermitteln, weil sie selbst nur centripetaler Leitung fähig wäre. Berücksichtigt man, daß durchschnittene Nerven, welche regeneriren, in sehr verschiedenem Maße ihre ursprünglichen Vermögen wieder gewinnen, so liegt die zweite Auffassungsweise viel näher, es scheint nämlich ein durchschnittener Nerv seine ursprünglichen Eigenschaften um so unvollkommener wieder zu gewinnen, je häufiger es vorkommt, daß differente Faserenden in ihm zusammenheilen.

Die einzigen methodisch durchgeführten Versuche über die vorliegende Frage hat mein Freund Bidder angestellt[2]). Er versuchte, in acht verschie-

---

[1]) Es bedarf der Bemerkung kaum, daß ich hier nicht von dem Sympathicus der Handbücher, sondern von Fasern des sympathischen Systems spreche in dem Sinne, wie er in einem frühern Abschnitte erläutert wurde.

[2]) Müller's Archiv. 1842. S. 107. — Die Versuche von Flourens, welcher sich vergeblich bemühte, die durchschnittenen Vagus an durchschnittene Halsnerven anzu-

denen Fällen ein Zusammenheilen des N. lingualis und hypoglossus herbeizuführen, ein paar Mal in der Weise, daß das centrale Ende des erstern mit dem peripherischen des letztern verbunden wurde, aber immer verbanden sich im Regenerationsproceß die analogen Nerven statt der differenten. Indem diese Experimente mißglückten, die ihrer Combination nach geeignet waren, die Frage zu entscheiden, müssen wir uns an die oben angeführte Erfahrung halten, daß durch Galvanisiren sensibler Muskeläste keine Convulsionen erregt werden, eine Thatsache, die sehr wahrscheinlich macht, daß sensible Nerven einer Leitung nach außen nicht fähig sind.

C. Nervenschlingen und Nervenkreise.

Wenn man die Nerven bis zu ihren Ausbreitungen in den Organen verfolgt, so findet man, daß die Fasern endlich einmal umbiegen, entweder unmittelbar oder in der Weise, daß sie ihre Bahnen wechseln und in einem fremden Endzweige sich rückwärts, nämlich zum Centrum, wenden. Die letztere Bildung gewährt das Ansehen von Netzen und ist die gewöhnlichere; nur in wenigen Fällen, wie in den Ausbreitungen der Hör- und Zahnnerven, sieht man die Fasern unmittelbar umbiegen und in den Zweig, aus welchem sie austreten, zurückkehren. In solchen Fällen scheinen freie Faserenden ganz zu fehlen; indeß ist nicht zu übersehen, daß dieser Schein täuschen könnte. Wenn man die Schenkel der Nervenschlingen in die feinsten Nervenzweige zu verfolgen sucht, so findet sich, daß man dem Laufe der Fasern nur eine äußerst kurze Strecke folgen kann. Sehr bald nämlich verstecken sich die Schenkel der Nervenschlinge zwischen andere Fasern, und es ist nur Hypothese, daß beide ihren Lauf bis zum Centrum fortsetzen. Diese Hypothese hat zwar die Wahrscheinlichkeit insoweit für sich, als wir bei Untersuchung der größeren Nervenzweige und Stämme stets continuirliche Fasern, nie freie Enden finden, allein möglich bliebe immer, daß in den feinsten Zweigen die Anordnung eine andere wäre. Solche feine Zweige lassen sich auf anatomischem Wege leider nicht zerlegen, und sind andererseits doch viel zu dick und undurchsichtig, um eine mikroskopische Einsicht in ihren innern Bau zuzulassen. Hannover behauptet mit Bestimmtheit, die Gegenwart freier Nervenenden in dem vordern Theile der Netzhaut erkannt zu haben; Henle und Kölliker erwiesen die Gegenwart solcher in den Pacci-ni'schen Körperchen; Rosenthal bemerkt, die Nerven schienen öfters in kleinen elliptischen punktirten Körperchen zu enden, und Henle sagt im Allgemeinen, es habe oft den Anschein, als ob eine Nervenfaser plötzlich aufhöre, nur rühre dies in einigen Fällen wenigstens von einer plötzlichen Beugung der Faser oder auch von einer Trennung des Markes her. Hiernach ist sehr fraglich, ob die Endschlingen, die scheinbar vorhanden sind, in Wirklichkeit existiren, und vollkommen erwiesen ist, daß diese Bildung nicht allgemein sei. Für die Physiologie sind diese Zugeständnisse von Wichtigkeit, denn in der Nervenphysik sind die Schlingen nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares, und man möchte sagen Absurdes.

Die beiden Schenkel, welche zur Herstellung der Schlinge gehören, kann man sich entweder als gleichartig oder als ungleichartig vorstellen, d. h. es können sich entweder sensible Fasern mit sensibeln und entsprechend motorische Fasern mit motorischen verbinden, oder zweitens, eine motorische Faser bildet

---

heilen, verfolgten eine andere Aufgabe und würden, auch wenn sie gelungen wären, über die specifischen Eigenschaften der Fasern nicht Aufschluß gegeben haben.

den centrifugalen, und eine sensible den centripetalen Schenkel. Die letzte Betrachtungsweise würde vielleicht am ehesten mit der Theorie der Leitung in Einklang zu bringen sein, aber sie ist aus anderen Gründen unmöglich. 1) finden sich Schlingen in sensibeln Theilen, welche der Muskeln ganz entbehren, z. B. in der Nickhaut, in den Zahnsäckchen, im Innern des Gehörorgans. Sollte der eine Schenkel hier motorisch sein, so könnte er nur die Bewegungen der Gefäße vermitteln. Diese Bewegungen hängen aber wahrscheinlich nicht von cerebrospinalen Fasern ab; 2) ist gar zu unwahrscheinlich, daß die Zahl der motorischen und sensibeln Fasern in allen Organen sich genau das Gegengewicht halten sollte, da man vielmehr in den Muskeln ein Vorherrschen der motorischen, in den Sinnesorganen dagegen ein Präponderiren der sensibeln Fasern erwarten dürfte. Selbst wenn man von Bewegung und Empfindung ganz abstrahirt und den einen Schenkel der Schlinge schlechthin als centrifugalen, den andern als centripetalen bezeichnet, bleibt dieser Einwurf, denn es ist klar, daß gewisse Theile mehr durch die Centra, und andere mehr für die Centra wirken. 3) Blandin zeigte, daß beim Menschen die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven im Allgemeinen 2 — 4mal stärker sind, als die vorderen Wurzeln, so daß die motorischen Fasern zur Herstellung von Schlingen mit den sensibeln der Zahl nach nicht ausreichen. 4) Bekanntlich kann Bewegung sowohl als Empfindung für sich allein verloren gehen, was der aufgestellten Hypothese nach zu der gar wunderlichen Behauptung führen würde, daß bisweilen halbe Schlingen des Todes verblichen.

Hiernach bleibt, im Falle Schlingen existiren, nichts übrig, als anzunehmen, daß sich gleichartige Fasern, d. h. centrifugale mit centrifugalen und centripetale mit centripetalen, verbinden. Mit dieser Annahme entstehen aber wieder die confusesten Vorstellungen über Leitung. Betrachten wir zunächst die motorischen Fasern, so würde am Ende jeder Schlinge ein Punkt liegen, bis zu welchem die centrifugale Leitung fortginge. Sollen nun die zu den Muskeln eilenden Nervengeister hier mit den Köpfen an einander rennen? In den sensibeln Nerven stellen sich die Aspecten auch ziemlich wunderlich. Beide Schenkel der Schlingen sollen centripetal leiten, also existirt in der Schlinge ein Punkt, von welchem aus Leitung nach zwei Seiten hin vor sich geht, während an allen anderen Punkten der Faser die Leitung nur einseitig möglich ist! Würde also zufällig dieser Punkt gereizt, so entstünde ein doppelter Effect, würde irgend ein anderer gereizt, so entstünde ein einfacher!

Ich will hier die Bemerkung einschalten, daß mit der Einführung der Nervenschlingen ein gefeiertes neurologisches Gesetz suspect geworden. So lange es keine Schlingen gab, bewiesen die Reizversuche an durchschnittenen sensibeln Nerven, daß diese nur nach innen leiteten, oder jedenfalls nur bei Leitung nach innen Empfindung vermittelten. Dies beweisen sie nicht mehr. Ohne mit irgend einer bekannten Thatsache in Collision zu kommen, könnten wir annehmen, daß eine sensible Faser den empfangenen Reiz nach beiden Seiten leite und daß der centrifugal ausstrahlende bei der Schnelligkeit der Nervenleitung immer noch zur rechten Zeit im Sensorium ankomme. Diese Vorstellung ist sogar überwiegend wahrscheinlich, so lange man bemüht ist, die Leitung unter physikalische Gesichtspunkte zu bringen, denn man kann sich keine klare Vorstellung machen, wie Berührung einer Nervenfaser nach der einen Seite hin wirken, nach der andern nicht wirken sollte. — Die bisherigen Erfahrungen lehren, daß ein durchschnittener Nerv, welcher an dem peripherischen Ende gereizt wird, keine Empfindungen vermittelt. Dies ist sehr natürlich, weil der Effect nicht mehr zum Sensorium durchdringt, aber die bisherigen Erfah-

rungen verschweigen, was geschehe, wenn man das peripherische Ende einer durchschnittenen sensibeln Faser reizt, welche mittelst des zweiten unverletzten Schenkels noch mit dem Gehirn verbunden ist. So lange wir Nervenschlingen zulassen, ist die Frage, was in diesem Falle geschehe, eine der wichtigsten; ich habe sie in folgender Weise zu erledigen gesucht. — Bei einem Hunde wurde der R. infraorbitalis der Quere nach halb durchgeschnitten. Es durfte vorausgesetzt werden, daß wenigstens ein Theil der durchschnittenen Fasern mit den undurchschnittenen durch Endschlingen zusammenhänge, daß also Reizung der peripherischen Schnittfläche Schmerzen erzeugen werde, wenn überhaupt die Leitung des Reizes durch die Schlinge hindurch gestattet sei. Das Experiment zeigte indeß, daß nur die centrale, nicht die peripherische Schnittfläche Empfindung vermittelte. Ich wiederholte diesen Versuch im physiologischen Institut in Göttingen an einem Pferde, und das Resultat war nach dem Urtheile der assistirenden Sachkenner unzweideutig dasselbe.

Ich bekenne, daß der Erfolg dieser Experimente mir die Endschlingen nicht werther gemacht hat. Hätte Reizung des peripherischen Endes der durchschnittenen sensibeln Fasern Empfindung vermittelt, so wäre ein entscheidender Beweis für die Gegenwart der Schlingen vorhanden gewesen und man hätte an physikalische haltbare Hypothesen über Nervenleitung denken können. Nach dem Resultate des Versuches dagegen verbleiben wir in den oben entwickelten Bedenken. — Die Hypothese von den Nervenschlingen, denn nur eine Hypothese ist es, welche manche anatomische Gründe für sich und ebenso viele physiologische gegen sich hat, sie wird noch mißlicher, wenn man die Schenkel der Endschlinge im Gehirn anastomosiren, also durch eine zweite Schlinge sich verbinden läßt. Diese von Valentin zuerst angeregte und von Carus mit vieler Liebe entwickelte Hypothese muß ich mit Henle für ungenügend begründet und wenig fruchtbar halten. Zunächst fehlt für die Anfangsschlingen eine entschiedene Fürsprache der Mikroskopie, während die Endschlingen wenigstens den Augenschein für sich haben. Daß den paar vereinzelten Beobachtungen Valentin's die Angaben Remak's entgegenstehen, wurde oben schon angegeben. Neuerlich will Stilling durch mikroskopische Untersuchungen gefunden haben, daß die sensibeln Wurzeln der Rückenmarksnerven quer durch das Rückenmark setzen und als motorische wieder austreten, aber so bereit ich bin, den Fleiß jener mühsamen Forschungen anzuerkennen, so muß ich doch leugnen, daß dies bewiesen oder mit unseren jetzigen Hülfsmitteln überhaupt beweisbar wäre. Nach den Untersuchungen Ed. Weber's scheint es, daß die motorischen Wurzeln der entgegengesetzten Körperhälften zusammenstoßen, sei es durch Anastomose oder Juxtaposition, und die Entdeckungen Kölliker's und seiner Vorgänger machen wahrscheinlich, daß die Fasern von Ganglienkugeln ihren Anfang nehmen. Kölliker sah diese Bildung sogar im Rückenmarke.

Indem nun die Hypothese von den Nervenkreisen vom anatomischen Standpunkte aus mehr unwahrscheinlich als wahrscheinlich ist, kann sie auf Sympathie unter den Physiologen nicht Anspruch machen. Natürlich kann eine Hypothese nur als Schlüssel zum Verständniß passiren, aber die Hypothese von den Nervenkreisen ist kein solcher, vielmehr hat Henle mit großer Klarheit nachgewiesen, wie eine Nervenphysiologie, welche dieselben postulirt, entweder auf einer irrigen Voraussetzung beruht oder eine richtige Voraussetzung unrichtig auslegt. Setzen wir, von diesem Standpunkte ausgehend, die beiden Schenkel des Faserkreises wären gleichartig, also beide centripetal oder beide centrifugal, so wiederholen sich, abgesehen davon, daß die Hypothese ganz zwecklos erscheint, die Schwierigkeiten, welche bei Verbindung gleichartiger Fasern in

den Endschlingen entstehen, mit geringen Modificationen, in den Anfangsschlingen, — setzen wir dagegen, beide Schenkel seien different, d. h. der eine centrifugal, der andere centripetal, so kommt man mit Carus auf Vorstellungen von Circulation des Nervenprincipes, welche bei genauerer Prüfung nicht Stich halten. Zwar kommen Erscheinungen vor, welche die Annahme einer derartigen Circulation zu begünstigen scheinen. Reizung centripetaler Nerven veranlaßt reflectorische Bewegungen, Erregungszustände motorischer Nerven veranlassen gleichzeitige Empfindung, Lähmung sensibler Nerven zieht eine auffallende Trägheit der Bewegungen nach sich, und nach Durchschneidung motorischer Nerven hat man bisweilen ein Pelzigwerden benachbarter Hautstellen beobachtet. Aber der geringe Vortheil, den hier die Annahme von Nervenkreisen und circulatorischer Strömung mit sich bringen könnte, geht sogleich verloren, wenn man Folgendes berücksichtigt. 1) Soll Circulation des Nervenagens erklären, weßhalb Erregung motorischer Nerven Empfindungen und Reizung sensibler Nerven Bewegungen vermittelt, so stände zu erwarten, daß Sensationen nie ohne reflectorische Reactionen und heftige Bewegungen nie ohne Combination von Schmerzen blieben. 2) Wäre die Verbindung einer sensibeln Faser mit einer motorischen im Centralorgane die Ursache, weßhalb Erregung der erstern eine Action der letztern auslös'te, so müßte Erregung eines und desselben sensibeln Fädchens den Reflex nur in den mit ihm verbundenen motorischen Fasern, nicht aber allgemeine Reactionen veranlassen, wie doch so häufig vorkommt. 3) Sollten der Natur nach gleichartige Fasern hier motorische, dort sensible Nervenkreise bilden, so müßte bei halber Durchschneidung eines sensibeln Nerven die Reizung der peripherischen Schnittfläche Empfindung vermitteln, was nach meinen Versuchen nicht stattfindet. 4) Da Reflexbewegungen in jedem Theile stattfinden können, dessen Nerven nur mit dem kleinen Theile Rückenmark zusammenhängen, an welchem die Nerven sich inseriren, so müßte der Nervenkreis der centripetalen und centrifugalen Nerven gerade in diesem Stückchen Rückenmark sich schließen, womit wenigstens eine Circulation des Nervenprincipes zwischen den peripherischen Theilen und dem Gehirn unmöglich würde. 5) Müßte diese Circulation etwas überaus Unwichtiges sein, da nach Durchschneidung der Nerven und folglich der Nervenkreise der centripetale Nervenstumpf für immer empfindlich, und der centrifugale für lange Zeit motorisch bleibt.

Die Lehre von den Nervenenden ist noch nicht geschlossen und es ist wenig wahrscheinlich, daß die Wissenschaft bei den Endschlingen stehen bleiben werde. Gewiß ist, daß die alte Hypothese von einer letzten Verschmelzung der Nerven mit dem Parenchym die Wechselwirkung der Centra mit den Theilen ungleich verständlicher machte, als die Theorie von Endschlingen mit isolirter Leitung. Hypothesen, wie jene, verwirft die Kritik oft ohne Weiteres, wobei eine gewisse Schönthuerei mit Exactheit im Spiele ist, die den Kreis der Möglichkeiten nur soweit anerkennt, als er mit der Elle in der Hand zu messen ist.

D. Von den sensibeln Nerven.

Wenn man einen sensibeln Nerven reizt, so entsteht gleichzeitig eine Empfindung. Dies kann nicht hindern, anzunehmen, daß zwischen dem physischen Eingreifen des Reizes und dem psychischen Acte des Empfindens noch verschiedene Processe in Mitten liegen. Zunächst leitet der vom Reize angesprochene Nerv bis zum Centrum. Hier überträgt er, allem Anscheine nach, seinen Erregungszustaud auf ein besonderes System von Fasern, welches für die Spinalnerven in den Strängen des Rückenmarkes liegt, und zuletzt erst,

möglicherweise nach vielen noch unbekannten Zwischenvorgängen, empfangen diejenigen Fasern, wenn ich so sagen darf, die Empfindungssubstanz, welche, indem sie dieselbe formiren, die Empfindung erst in's Leben rufen. Dem Sprachgebrauche folgend würde ich behaupten, die Empfindung entsteht nicht eher, als der Empfindung erzeugende Vorgang in's Bewußtsein fällt. Will man aus Rücksicht auf die philosophische Terminologie das Bewußtsein nur dem Menschen zusprechen, so erfinde man ein neues Wort für jene Seelenthätigkeit, welche die Affectionen des Leibes auf sich bezieht, zwar nicht mit Reflexion und klarer Sonderung des Ich vom Nicht-Ich, aber doch instinctiv, mit dem begleitenden Gefühle der Lust oder Unlust, vor Allem aber mit dem Gefühle des Selbst, welches allein das Thier zum Individuum macht. So lange die Physiologie auf diese feineren philosophischen Unterscheidungen des höhern geistigen und niedern seelischen Bewußtseins verzichtet, wie bisher immer, darf von unbewußten Empfindungen nicht die Rede sein, denn jene Reihe physiologischer Vorgänge, welche den Sensationen zu Grunde liegt, sie wird aus einem Ganzen ein Bruchstück, wenn wir den Schlußact des Processes, sein Aufgehen im Bewußtsein, oder besser vielleicht im Selbstgefühl wegschneiden. Hiermit wird nicht geleugnet, daß dieses Bruchstück, oder genauer der nahebei vollendete Proceß dem wirklich vollendeten sehr nahe stehen könne. Betrachtet man, wie hier geschehen, die Empfindung als das Product der Thätigkeit mehrerer unter sich verschiedener Elementartheile, so kann man sehr leicht sich denken, wie diese Theile nur in einer bestimmten Verkettung ihrer Aufgabe genügen können. Dieselben Theile würden in anderen Combinationen etwas Anderes leisten und würden an und für sich dessenungeachtet dasselbe sein. Eine solche Identität der ursprünglichen Kräfte bei verschiedenen Leistungen scheint wirklich vorzukommen. Wahrscheinlich sind die sensibeln Fasern von denjenigen centripetalen, welche zur Erzeugung von Empfindungen untauglich sind, von vorn herein nicht verschieden, beide differiren in den letzten Effecten nur deßhalb, weil die einen in das Getriebe des Empfindungsapparates eingreifen, die anderen nicht. Aber eben diese Gleichheit beider in der Sphäre der ursprünglichen Kräfte läßt es möglich erscheinen, daß eine centripetale Faser, welche nach dem Plane der Organisation nicht empfindet, weil sie mit dem Empfindungsapparat außer Verbindung ist, sofort sensibel werde, wenn durch besondere Umstände diese Verbindung zu Stande kommt. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß ein derartiger Connex durch bloße Veränderung der Irritabilität und Querleitung (s. oben) entstehen könne, und ich bin geneigt, auf diese Weise die Schmerzen in den Theilen zu erklären, welche im Zustande der Gesundheit vollkommen unempfindlich scheinen.

Die Empfindungen sind dem Grade nach ungemein verschieden. Die hierher gehörigen Thatsachen sind sehr bekannt, aber ihre physiologische Begründung ist dennoch dunkel. Zunächst wächst die Stärke der Empfindung mit der Energie des Reizes. Der Reiz summirt sich aber im Allgemeinen wie die Zahl der sensibeln Fasern, die in den Empfindungsact verwickelt werden. Daher empfinden wir dasselbe Licht um so lebhafter, je weiter die Pupille ist, und nach Weber's Untersuchungen unterscheiden wir die verschiedenen Wärmegrade zweier Flüssigkeiten um so genauer, je größer die Hautfläche ist, welche wir eintauchen. Diese Verhältnisse gehören zu den faßlichsten, dagegen wissen wir nicht, warum dies Empfindungsvermögen in der Stufenleiter der Thiere so ungeheure Verschiedenheit zeigt; wir können nicht nachweisen, warum in der Entwicklungsgeschichte des Individuums diese verschiedenen Grade der Sensibilität sich wiederholen, und noch weniger kennen wir die Ursache des merkwür-

digen Phänomens, daß in demselben Wesen die Empfindlichkeit verschiedener Theile eine so ungleiche Größe zeigt. Derselbe Nadelstich, welcher in der Fingerspitze den heftigsten Schmerz erzeugt, veranlaßt in der Kopfhaut eine kaum lästige Empfindung. Veranlaßte er gar keine, so bestände keine Schwierigkeit, es könnte dann entweder die gereizte Stelle ganz ohne Nerven sein, oder der Reiz wäre kein adäquater. Indem aber eine stumpfe Empfindung entsteht, sehen wir, daß ein Nerv, und zwar ein Tastnerv vorhanden ist, und es hat nun allerdings etwas Sonderbares, daß derselbe Reiz in dem Einen Sensorium Effecte von verschiedenen Graden veranlaßt. Sind die sensibeln Fasern unter einander verschieden? oder hängen sie nicht alle gleich innig mit dem Sensorium zusammen? oder endlich: besteht das Sensorium aus verschiedenen Organen, welche die Energie des Empfindens in verschiedenem Grade besitzen? Ich wage nichts auf diese Fragen zu antworten.

Verschieden von der Lebhaftigkeit der Empfindung ist deren Schärfe. Letztere besteht in dem Vermögen des Unterscheidens zweier Reize als eines doppelten. E. H. Weber machte die überaus interessante Bemerkung, daß zwei Zirkelspitzen, welche gleichzeitig auf die Haut aufgesetzt werden, nur dann beide empfunden werden, wenn sie weit genug von einander entfernt sind [1]. Bringt man die Zirkelspitzen näher als eine halbe Linie an einander, so ist kein einziger Punkt der Haut befähigt, die Duplicität zu unterscheiden, vielmehr verschmelzen dann beide Reize in einem gemeinsamen Eindrucke. Bei weitem die meisten Stellen des Hautorgans haben eine noch viel geringere Schärfe im Empfinden, und auf dem Rücken müssen die Zirkelspitzen sogar 30 Linien auseinander gehalten werden, wenn die Unterscheidung des zwiefachen Reizes möglich sein soll. Ich habe diese Untersuchungen auf das Sehorgan übergetragen und gezeigt, wie ungleich größer die Schärfe der Empfindung in diesem ist. Die Bilder zweier parallelen Linien wurden als zwei unterschieden, wenn dieselben nur 0,00014″ auseinander standen, und Valentin, welcher diese Versuche wiederholte, fand sogar, daß er zwei Parallellinien zu unterscheiden vermochte, wenn deren Bilder auf der Netzhaut nur eine Distanz von 0,00009″ hatten [2]. Der Grund der verschiedenen Schärfe im Empfinden mag theilweise in der größern oder geringern Nähe der sensibeln Fasern liegen, nur liegt er in diesem Verhältnisse nicht allein.

Hiemit komme ich auf Fragen, von welchen die Fundamentalsätze der Empfindungslehre abhängen. — Nach Joh. Müller würde die Schärfe des Empfindens in der Feinheit der Nervenelemente ihre natürliche Grenze finden, denn die einzelne Faser würde zum Unterscheiden zweier Punkte untauglich sein, indem bei Reizung jedes Punktes derselben die gleiche Empfindung entstände [3]. Letzteres leugne ich. Nach dem eben Mitgetheilten beträgt die kleinste Distanz, welche vom Auge noch wahrgenommen wird, ungefähr $^1/_{10000}$ Zoll. Die Netzhautelemente haben aber einen größern Durchmesser, als diesen, und es muß also eine Faser geeignet sein, mindestens zwei unterscheidbare Eindrücke hervorzurufen. Zwar hat Valentin das Factum durch die Annahme zu erklären gesucht, daß die beiden Netzhautbildchen in solchen Fällen auf verschiedene Fasern fielen; aber diese Erklärung ist unzureichend. Wenn man zwei Spinnwebfäden über einen kleinen Rahmen nahe an einander aufzieht und in die Entfer-

---

[1] De pulsu, resorptione, auditu et tactu. Lipsiae, 1834.

[2] Meine Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig, 1836, S. 202, und Valentin, Lehrbuch der Phys. II., S. 428.

[3] Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. 4te Aufl., I., S. 594.

nung vom Auge bringt, in welcher die Duplicität der Fäden eben noch erkennbar ist, so wird durch Drehung des Rahmens am Phänomen nichts verändert. Die Linien bleiben als zwei erkennbar, mögen sie eine lothrechte, oder waagerechte, oder irgend eine andere Lage bekommen. Gesetzt also auch, die beiden Parallellinien hätten bei einer bestimmten Stellung zum Auge wirklich ihr Bild auf lauter differenten Fasern darstellen können, so wird dies doch nicht bei jeder Lage der Linien möglich sein, denn es läßt sich keine Anordnung der Nervenenden denken, bei welcher gerade Parallellinien, deren Distanz geringer ist, als der Durchmesser dieser Enden, in jeder beliebigen Lage auf differente Enden fiele. Vielmehr müßten die Bilder solcher Linien beim Hin- und Herschieben unfehlbar hin und wieder über eine und dieselbe Nervenfaser weggehen, womit in der Empfindung an jedem solchen Punkte statt zweier Linien eine gegeben wäre. Wir würden also eine Figur erhalten, in welcher zwei Linien abwechselnd in eine zusammenflößen und dann wiederum sich trennten. Da dies nicht der Fall ist, so muß dieselbe Nervenfaser zur Aperception zweier discreten Empfindungen geeignet sein.

Diese wichtige Folgerung ist von den kleinen Beobachtungsfehlern unserer mikrometrischen Messungen vollkommen unabhängig und bleibt richtig, auch wenn der Durchmesser der Netzhautfasern um das Doppelte und Dreifache feiner sein sollte, als wir anzunehmen berechtigt scheinen. Der Sehnerv hat nämlich eine Durchschnittsfläche, welche wohl 50mal kleiner ist, als die Netzhautfläche; soll also letztere durch die im Sehnerven enthaltenen Fasern gebildet werden, so muß jede Faser ein Stück Netzhaut decken, welches 50mal größer ist, als ihre Durchschnittsfläche. Mit zusammengedrängten Nervenenden ist also die Netzhaut nicht herzustellen, sondern es müssen die Fasern in ansehnlichen Strecken der Länge nach in der Retina liegen, um die ganze Fläche derselben begreiflich zu machen. Dies ist a priori so nothwendig, daß es ganz überflüssig scheint, darauf aufmerksam zu machen, wie die mikroskopischen Beobachtungen hiermit übereinstimmen und lehren, daß die Fasern des Sehnerven an der Innenseite der Netzhaut in langen Strecken, ohne Enden zu bilden, fortlaufen[1]). Ist die Netzhaut 50mal größer, als die Durchschnittsfläche des Sehnerven, so liegen die Faserenden im Mittel 50mal weiter aus einander, als die Endpunkte des Diameters der Nervenfasern. Man übersieht also, daß die Netzhautbilder zweier parallelen Fäden nichts weniger als nah' beisammen zu stehen brauchen, um auf dieselben Fasern zu fallen, vorausgesetzt nur, daß ihre Richtung sich mit der Längenachse der Fasern schneide, und es leidet nach dem Gesagten schwerlich einen Zweifel, daß derselbe Elementarfaden nicht bloß zwei, sondern vielleicht zehn und mehr differente Punkte zur Wahrnehmung zu bringen im Stande sei. Wollte man behaupten, die ganze Nervenfaser, welche in der Wandung der Netzhaut ein so ansehnliches Stück der empfindenden Fläche ausmacht, sei nur Einer Empfindung fähig, so müßten zwei Parallellinien, welche quer über die Faserung der Netzhaut wegliefen und gleichwohl als zwei empfunden werden sollten, gegen 50mal weiter aus einander stehen, als zwei dergleichen, deren Bilder mit dem Verlaufe der Fasern zusammenfielen! Anlangend die Tastnerven, so scheint wirklich die Feinheit der Empfindung von der respectiven Nähe der Faser an und neben einander abzuhängen, denn Weber fand, daß zwei Zirkelspitzen, deren Duplicität empfunden werden soll, weiter von

---

[1]) Den mikroskopischen Untersuchungen zufolge scheint es sogar, daß die Sehnervenfasern gar nicht in der hintern, sondern nur in der vordern Hälfte der Netzhaut ihr Ende erreichen, demnach würden die Parallellinien nirgends auf Nervenenden fallen.

einander abstehen müssen, wenn sie in der Richtung des Längenverlaufes der Nerven aufgesetzt werden, als wenn ihre Lage nach dem Querdurchmesser der Nerven gerichtet ist. Allein im Auge findet etwas Derartiges nicht Statt, wie die Erfahrung beweis't, daß zwei Parallellinien, welche sich auf der Grenze des deutlichsten Sehens befinden, doppelt bleiben, in welcher Lage gegen das Auge sie auch gebracht werden mögen.

Man wird sich leicht überzeugen, daß das Gesagte für die Kritik des sogenannten Gesetzes der excentrischen Erscheinung entscheidend ist. Ihm zufolge soll jeder Nerv, gleichviel in welchem Punkte seines Verlaufes er gereizt wird, eine Empfindung erwecken, welche das Sensorium in das Ende dieses Nerven legte. Ein solches Gesetz existirt nicht, denn eine Sehnervenfaser würde nicht im Stande sein, zwei Punkte räumlich zu unterscheiden, wenn sie genöthigt wäre, alle ihre Empfindungen in einen Punkt, nämlich in das Faserende, zusammenzudrängen. Man kann noch auf einem andern Wege beweisen, daß der Sehnerv seine Empfindungen nicht auf das Ende der Fasern verlegt. Die einfache Thatsache, daß wir eine gerade Linie bei jeder Lage derselben gerade sehen, beweis't dies, denn es versteht sich nach dem Vorausgeschickten von selbst, daß das geradlinige Bild nicht in jeder Richtung auf Faserenden von gleich geradliniger Lagerung treffen könne. Gesetzt, die gerade Linie A B sei das Netzhautbild, welches sich auf den Fasern aa′, bb′, cc′, dd′, ee′, ff′ darstellt, so würde nach der Hypothese, daß die gereizte Faser ihre Empfindung auf das peripherische Ende verlegte, die Wahrnehmung eines Zickzacks vermittelt werden, welcher die Punkte a′ b′ c′ d′ e′ f′ schnitte. Diese Betrachtung lehrt, daß im Sehnerven eine excentrische Ausstrahlung der Empfindung von dem Punkte des Reizes aus nicht stattfinde, sondern daß jeder bestimmte Punkt der Faser auch eine bestimmte Raumanschauung vermittle. Hiermit stehen die subjectiven Gesichtserscheinungen bei Congestionen nach dem Kopfe nicht in Widerspruch. Denn die Funken, die feurigen Sonnen und die anderen Gesichtsphänomene, welche aus inneren Gründen auftreten, erscheinen uns keineswegs als Affectionen der Sehnervenenden, sondern als Bilder in der Außenwelt, und dieser Schein der Aeußerlichkeit ist nicht Product des einfachen Empfindens, sondern der Vorstellung und Erfahrung.

Es fragt sich, ob der Sehnerv hiemit eine exceptionelle Stellung unter den übrigen Empfindungsnerven einnehme? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir die Empfindungsvorgänge in den Tastnerven berücksichtigen, da diese nächst den Sehnerven die einzigen sind, welche einigermaßen deutliche Ortsgefühle zu Stande bringen. Die allgemein bekannten Erfahrungen, welche hierher gehören, sind kürzlich folgende: 1) Wenn man sich an den Ellenbogennerven stößt oder denselben drückt, so entsteht ein Gefühl von Ameisenkriechen in allen Zweigen desselben. Dasselbe geschieht, wenn der Achselnerv durch den Gebrauch von Krücken oder der Kniekehlennerv durch Uebereinanderschlagen der Beine gedrückt wird. 2) Bei Erregungszuständen der Centralorgane, wie in der sogenannten Spinalirritation, entstehen nicht selten Schmerzen in peripherischen Theilen, welche nach Hebung des Uebels im Centrum wieder verschwinden. 3) Amputirte behalten das Gefühl des verlornen Gliedes zeitlebens und jeder Druck auf den übrig gebliebenen Nervenstumpf genügt, um es hervorzurufen. — Bei diesen Erfahrungen scheint mir Folgendes zu berücksichtigen: a) Die

Empfindungen, welche durch Druck auf die Nervenstämme erregt werden, occupiren nicht ausschließlich die Nervenenden, sondern die Nervenäste im ganzen Verlaufe ihrer Länge, wie J. Müller schärfer als seine Nachfolger hervorgehoben. Wenn man den N. ulnaris am Ellenbogen drückt, so fühlt man von der Stelle des Druckes an bis in die Fingerspitzen ein Prickeln und Stechen an jedem Punkte des Nerven, obschon nicht an jedem Punkte desselben Faserenden liegen. Es scheint also selbst diese Erfahrung auf eine Mehrzahl der empfindenden Punkte im Verlaufe einer und derselben Faser hinzuweisen. b) Nicht bei jeder Reizung der Stämme entsteht Empfindung in allen ihren Zweigen, z. B. nicht bei Durchschneidung der Nerven. Zwar hat Valentin Fälle angegeben, wo bei Amputationen der Schmerz vorgeblich im peripherischen Ende des Gliedes empfunden wurde, aber derartige Angaben sind schwerlich mehr als unklare Ausdrücke für die Heftigkeit des Schmerzes. Wer die Worte nicht wägt, sagt, ein Schmerz sei ihm bis in die Zehen oder Fingerspitzen gefahren, gerade so wie Andere beim Ausnehmen eines Zahnes den Schmerz mit einem Zermalmtwerden des Gehirns vergleichen. Ich selbst habe bei Exstirpation einer Balggeschwulst den Schmerz rein örtlich empfunden. Wäre das Gesetz der excentrischen Erscheinung für die Hautnerven bestimmend, so müßte jeder Hautschnitt nicht nur einen mehr oder weniger ausgebreiteten Schmerz veranlassen, sondern die schmerzende Fläche müßte auch allemal unterhalb des Schnittes liegen. Dies ist nicht der Fall. c) Die Gefühle, welche entstehen, wenn durch Reizung der Nervenstämme peripherische Theile afficirt werden, sind mit den normalen Tastgefühlen nicht wohl vergleichbar. Wenn man den Ellenbogennerven drückt, so entsteht in der Hand nicht das Gefühl eines Druckes auf die Haut, sondern Einschlafen und Ameisenkriechen. Dies beweis't, daß jene Empfindungen in den Nervenzweigen auf ungewöhnlichen Vorgängen beruhen und zu Schlüssen über den normalen Empfindungsproceß nicht ohne Weiteres benutzt werden können. — Auch die Tastnerven scheinen den Punkt zu empfinden, an welchem sie gereizt werden, nur ist ihr Unterscheidungsvermögen nicht so scharf, als das der Sehnerven. Würde den Tastnerven dieses Vermögen fehlen, so müßten die vielfältigsten Irrthümer über die Lage der gereizten Hauttheile vorkommen, und zwar nach Maßgabe des Gesetzes der excentrischen Leitung, Irrthümer von ganz specifischem Charakter. Erstens nämlich müßten wir in jedem Falle, wo statt des Nervenendes die Faser in ihrem Verlaufe gereizt würde, die Empfindung weiter nach abwärts verlegen, als sie wirklich stattfand, und zweitens müßten wir uns über die Lage der berührten Hautstelle um so mehr täuschen, je weiter oberhalb des peripherischen Endes die Reizung des Nerven zufällig stattfände. Da muthmaßlich dieser Zufall in allen Theilen der Hautfläche in gleicher Weise eintreten könnte, so stände zu erwarten, daß die Größe der Tastirrthümer eine ganz unbestimmte und über den ganzen Körper im Mittel vieler Versuche dieselbe sein würde. Die Experimente hierüber lehren aber ganz Anderes: Wenn man sich bei verschlossenen Augen in die Haut stechen läßt und dann mit geöffnetem Auge und mit Hülfe eines spitzen Instrumentes den Punkt anzeigt, welcher vermeintlich gereizt wurde, so findet sich, daß man fast immer ihn irrig angiebt. Die Größe des Irrthums hat für jede Stelle des Körpers ihre bestimmten Grenzen, und diese richten sich ziemlich genau nach dem Grade der Sensibilität der Theile. Man irrt an den Fingerspitzen nicht leicht um mehr als ½ Linie, an der Hand höchstens um 6‴, am Oberarm bisweilen um 1½ Zoll u. s. w. Man irrt bei weitem am häufigsten in der Richtung der Längenachse der Nerven, d. h. man giebt den gereizten Punkt gewöhnlich zu tief nach unten

(scheinbar Irrthum excentrischer Leitung), aber auch sehr oft zu hoch nach oben an. Von vier Personen, mit welchen ich experimentirte, irrten drei ziemlich regelmäßig in der Weise, daß sie die Empfindung zu weit nach abwärts verlegten, die vierte verfiel fast constant in den entgegengesetzten Irrthum. Es ist klar, die Tastirrthümer sind nicht vom bloßen Zufall, sondern von organischen Verhältnissen abhängig, aber ebenso klar ist, daß dem Gesetze der excentrischen Leitung zufolge gerade diese Form des Irrens nicht vorkommen dürfte.

Wir kennen erfahrungsmäßig 2 Classen von Empfindungsphänomenen. Es kommt erstens vor, daß Reizung sensibler Nerven exclusive Empfindung des erregten Punktes vermittelt, und es kommt zweitens vor, daß sie Empfindungen in allen Punkten der Faser hervorruft, welche unterhalb der erregten Stelle liegen [1]). Es fragt sich, welcher Modus der Empfindung entspricht den Leitungsgesetzen? Unfehlbar derjenige, welcher durch die Zwecke des Organismus gefordert ist, d. h. der erste. Die sensibeln Nerven wurden dem Thiere gegeben, um ihm Vorstellungen von der Außenwelt, und namentlich auch Vorstellungen von der Gestalt und Lage seiner eigenen Körpertheile zu verschaffen, welche sich dem empfindenden Principe gegenüber selbst wieder als ein Aeußeres verhalten. Es bedarf des Beweises nicht, daß dieser Zweck nur dann vollständig zu erreichen war, wenn der sensible Nerv in den Stand gesetzt wurde, zu unterscheiden, welcher von den zahllosen Punkten im Verlaufe seiner Länge der Einwirkung des Reizes offen stand. Ich betrachte also die excentrischen Erscheinungen als das Abnorme. In dem Vorhergehenden wurde darauf hingewiesen, wie der specifische Charakter der Reize auf das Hervortreten oder Außenbleiben dieser Erscheinungen von Einfluß ist. Fast scheint es, daß gewisse Reize den Nerven nur local umstimmen, während Andere eine Alteration desselben im ganzen Verlaufe unterhalb der gereizten Stelle hervorbringen. Im letztern Falle müßten denn natürliche Empfindungen in allen denjenigen Punkten des Nerven entstehen, welche im Verlaufe der Faser eines discreten Empfindens fähig sind. Freilich paßt diese Erklärung nicht auf die Fälle, wo Empfindungen in verlornen Gliedern stattfinden, aber meine Absicht war auch weniger, diese dunkeln Vorgänge zu erklären, als zu zeigen, daß die bisherigen Erklärungen derselben fehlerhafte Elemente enthalten.

Die im Vorhergehenden enthaltenen Untersuchungen berühren die Frage über die Natur der Raumanschauungen. Es giebt Raumanschauungen, welche mit der Existenz der Sinnesorgane unzertrennlich verbunden sind, und es giebt Raumvorstellungen, welche wir erst durch Vermittlung von Erfahrungen gewinnen. Die Untersuchung der letzteren fällt der Psychologie anheim, an die Erklärung der ersteren hat die Physiologie zu denken. Die Tastnerven und die Sehnerven empfinden das, was sie empfinden, als ein neben einander Befindliches, und die Relation des Nebeneinander ist keine veränderliche, sondern eine durch die Structur des Sinnesorgans gesetzlich bestimmte.

Im Allgemeinen ist dies wohl die Ansicht der meisten Physiologen, und namentlich hat man sich seit J. Müller's lichtvoller Behandlung dieses Gegenstandes an die Betrachtung gewöhnt, daß jede sensible Faser ihre Empfindung in ein räumliches Schema eintrage, welches mit der Organisation des Gehirns von vorn herein gegeben sei. Unzweifelhaft ist, daß der Organismus,

---

[1]) Dagegen kommt vielleicht kein einziger Fall vor, wo der gereizte Nerv seine Empfindung präcis auf die Faserenden verlegte, denn die Fälle, welche so gedeutet werden, gehören in das Capitel der Spinalirritation, wo weder die Empfindungen immer hinreichend distinct, noch der Ort des Reizes genügend erwiesen ist.

welcher verschiedenen Empfindungen ihre räumliche Relation unter einander anweis't, im Sensorium, und nicht in der Faserung der Nerven liege, wie namentlich die Gefühle in transplantirten Hautlappen zeigen. Die aus der Stirnhaut gebildete künstliche Nase fühlt sich als Stirn, so lange sie mit den Stirnnerven zusammenhängt, ist dagegen die verbindende Brücke mit diesen durchschnitten und die Heilung vollendet, so entstehen locale Gefühle in der Nase selbst.

So lange man glaubte, daß jede sensible Faser nur eines Eindruckes fähig sei, konnte man annehmen, daß etwas einer Tafel Aehnliches im Gehirn bestehe, auf welches die erregte Faser ihren Eindruck verzeichne. Jede Faser hätte dann nur den Punkt der Tafel markiren können, mit welchem sie zusammenhing, und die Seele hätte an der Tafel nur abzulesen brauchen, wo jeder Eindruck hingehöre. Diese schon ihrer Handgreiflichkeit wegen etwas verdächtige Betrachtungsweise ist jetzt noch weniger brauchbar, da ich nachgewiesen habe, daß Reize derselben Faser, wenn sie an verschiedenen Punkten angebracht werden, verschiedene Raumanschauungen begründen. Nämlich auch diese Raumanschauungen sind ursprüngliche, wenn anders wahr ist, daß man eine gerade Linie gleich beim ersten Aufschlagen des Auges und ohne vorgängige Uebung gerade sieht. Die Raumanschauung, welche durch den Anblick einer geraden Linie gegeben ist, wäre für das neugeborne Kind ein physiologisch Unmögliches, wenn nicht im Sensorium desselben eine Einrichtung getroffen wäre, vermittelst welcher die bei a, und nicht bei b getroffene Faser eben als a, und nicht als b in die Tafel der Raumanschauungen eingetragen würde. Demgemäß bin ich genöthigt, mich gegen eine von Spies aufgestellte Ansicht zu erklären, welcher annimmt, die Hautnerven empfänden von vorn herein ein räumlich Bestimmtes gar nicht und lernten erst durch Erfahrung ihre Empfindungen in die Faserenden verlegen, indem es diese wären, auf welche die Reizung unablässig wirkte. Bei dieser Darstellung, die beiläufig dem Verfasser wichtig war, um die Befähigung der Nerven zu localen Empfindungen zu widerlegen, dürfte die ursprüngliche Raumanschauung mit der erworbenen Ortskenntniß verwechselt sein. Das reine Empfinden, welches nur in der Form des Räumlichen und Zeitlichen möglich ist, geschieht beim neugebornen Kinde in derselben Weise als beim Erwachsenen, es fühlt nicht nur ein Jucken im Gesicht wo anders, als ein Jucken am Beine, sondern es fühlt auch das Brennen eines Erythems unfehlbar in der Haut, also in dem Ende der Fasern, einen Hautschnitt dagegen an der Stelle des Schnittes selbst, also für viele empfindende Fasern nicht in deren Enden. Was das Kind in Bezug auf die Raumverhältnisse des Körpers erfahrungsmäßig lernt, ist etwas ganz Anderes, es lernt die Hautstelle mit der Hand finden, in ihrer geometrischen Lage zu anderen beurtheilen u. s. w. Wäre die Empfindung des Punktes, auf welchen der Reiz wirkt, nicht von vorn herein gegeben, so wäre sie auf dem Wege der Erfahrung auch nie zu erlernen, was in Bezug auf Blindgeborne sogleich einleuchtet, aber auch für Sehende gültig ist.

Das Empfindungsvermögen der Seele scheint also von Geburt an ein allgegenwärtiges. Die Thatsachen, welche hierher gehören, können nur Denen unbequem sein, welche an der Vorstellung kleben bleiben, daß die Seele im Gehirn ihren Thron aufgeschlagen habe und den herbeiströmenden Empfindungsreizen hier sitzend Audienz ertheile. Entstände freilich die Empfindung durch eine Welle, die vom gereizten Punkte ausgehend an's Sensorium anschlüge, so hätte es sein Schwieriges, zu begreifen, wie die Seele erkennen sollte, von wie weit her die Welle käme, indeß sind wir an diese Vorstellungsweise nicht gebunden. Es wäre denkbar, daß etwas dem psychischen Princip Angehöriges dem gereizten Punkte zuströme, um hier den Reiz zu finden, den es empfin-

den soll; jedenfalls ist diese zweite Vorstellung der Seele nicht unwürdiger, als die erste.

Verschiedene Fragen, welche sich an die Lehre von den sensibeln Nerven anknüpfen, werden hier übergangen, weil sie in früheren Abschnitten beiläufig erörtert wurden. Man vergleiche über den Ursprung sensibler Nerven von anderen Punkten, als vom Gehirn: II. G.; — über die specifischen Empfindungen: III. C.; — über die Leitungsgesetze III. D. E. und VI. B.; — über die Wechselwirkung zwischen sensibeln und motorischen Nerven IV.; — über die Sensibilität der vom Sympathicus versorgten Theile VII. B.

E. Von den motorischen Nerven.

Dieselben Abschnitte, auf welche ich soeben mit Bezug auf die sensibeln Nerven verweisen mußte, behandeln auch die meisten allgemeinen Fragen über die motorischen. Es bleibt nur Weniges zu erinnern übrig.

Die motorischen Nerven gehen nicht bloß zu den Muskeln, sondern auch zu den blutführenden Kanälen, zu den Absonderungsgefäßen und vielleicht selbst zum Zellgewebe. Dies beweis't der Einfluß der Gemüthsbewegungen auf die Spannung dieser Theile vielleicht entschiedener, als die von einigen Beobachtern ausgeführten Experimente. An den meisten Stellen des Körpers sind die Nervenzweige, welche die blutführenden und absondernden Gefäße mit Fasern versorgen, zu schwer zugänglich, als daß sich Versuche über die Wirkung galvanischer Reize ausführen ließen. Wiederum sind die Effecte der Gemüthsbewegungen zwar ganz unzweifelhaft, doch aber an den meisten Stellen des Körpers nicht direct sinnlich wahrnehmbar, so daß unsere Kenntnisse über die motorischen Vorgänge in nicht muskulösen Theilen äußerst lückenhaft sind und zu Hypothesen die vielfältigste Gelegenheit geben.

Gewiß ist, daß die Bewegungen in verschiedenen Theilen des Körpers einen sehr verschiedenen Charakter haben, sie sind zuckend und rasch vorübergehend in den willkürlichen Muskeln und im Herzen, langsamer und anhaltender in den übrigen unwillkürlichen Muskeln, überaus träge und nur in ihren letzten Effecten erkennbar in den Fasern der Blutkanäle, Absonderungsgefäße und des Zellgewebes. Diese und andere Verschiedenheiten im Charakter der Bewegungen hängen zum Theil von den Centralorganen ab, von welchen Reize verschiedener Art ausgehen, zum Theil und wahrscheinlich in weit höherem Maße werden sie durch die Natur der contractilen Faser selbst bestimmt, aber neben beiden Momenten kann drittens noch die Eigenthümlichkeit der motorischen Nervenfasern selbst von Einfluß sein. Jedenfalls ist es mehr nicht als Hypothese, wenn man die zwischen dem nervösen Centralorgan und den peripherischen Theilen ausgespannten Fasern als ganz indifferente Leiter schildert, und es kommen sogar Erscheinungen vor, welche dieser Annahme zu widersprechen scheinen. Ich beziehe mich hier namentlich auf das unvollständige Zusammenheilen ungleichartiger Nerven. F l o u r e n s verband einen Vagus und einen Halsnerven durch Verheilung, als er aber denselben Nerven der andern Seite nachträglich auch durchschnitt, starb das Thier. Waren in diesem Versuche centripetale Fasern mit centripetalen, und centrifugale mit centrifugalen zur Verwachsung gekommen, wie wenigstens für eine Partie der durchschnittenen Fäden wahrscheinlich ist, so kann die Nutzlosigkeit der erfolgten Regeneration kaum in etwas Anderem gesucht werden, als darin, daß auch Fasern von gleicher Leitung sich nicht unbedingt vertreten können.

Von den Eigenthümlichkeiten der motorischen Nerven des Sympathicus

soll unten ausführlicher die Rede sein; hier wären in der Kürze nur Bell's respiratorische Nerven zu erwähnen. Der berühmte englische Physiolog glaubte eine besondere Classe von Nerven entdeckt zu haben, welche von den mittleren Rückenmarkssträngen entsprängen und nur den respiratorischen Bewegungen, nicht aber der Willkür und ebenso wenig der Empfindung dienten. Indeß sind die Nerven, welche Bell als respiratorische nennt, N. facialis, glossopharyngeus, vagus und accessorius sowohl Vermittler der Empfindung als des Willens, und es ist überhaupt kein Nerv bekannt, welcher den Respirationsbewegungen ausschließlich diente. Es könnte also höchstens die Frage übrig bleiben, ob es respiratorische Fasern gäbe, d. h. Nervenfasern, welche ausschließlich die automatischen Athembewegungen vermitteln. Dies anzunehmen ist kein genügender Grund vorhanden. Ich bin überzeugt, daß die Nerven, welche die Athemmuskeln bewegen, im Rückenmarke entspringen, und zwar nahe an den Punkten, wo sie sich inseriren. Die Insertionspunkte sind wahrscheinlich durch Längenfasern, welche im Rückenmarke liegen, mit der Medulla oblongata und dem Willensorgan in Verbindung gesetzt, und je nachdem der motorische Reiz von der erstern oder von letzterm ausgeht, ist die Bewegung willkürlich oder automatisch. Hiernach sind dieselben motorischen Fasern im Dienste verschiedener Centra, und gerade hierauf beruht es, daß einerseits das Gehirn im Stande ist, das automatische Athmen eine Zeit lang zu unterbrechen, andererseits die Medulla oblongata eine freiwillige Erstickung durch Nichtathmen unmöglich macht. Zwei Herren haben einen Diener, und dieser gehorcht dem zeitweilig stärksten. In anderen Fällen finden sich für Reize, welche von verschiedenen Centralpunkten ausgehen, verschiedene Leiter, so daß ein Muskel motorische Zweige bekommt, welche aus verschiedenen Stämmen entspringen. In den organischen Muskeln kommt dieser Fall oft vor und hat wahrscheinlich den Zweck, den Bewegungsapparaten die nöthigen Reize durch Vermehrung der Conductoren zu sichern; in den willkürlich beweglichen Muskeln ist der Fall seltener und der Zweck dunkler. Meine Versuche über die motorische Kraft der Kopfnerven haben ergeben, daß bei weitem die meisten Muskeln des Kopfes nur von einem Nervenpaare regiert werden, und dies bleibt noch jetzt gültig, obschon sich nachträglich gefunden hat, daß ein paar Muskeln mehr, als ich geglaubt hatte, den Anstoß zur Bewegung durch doppelte Nerven erhalten. Einige Muskeln des Auges, des Gaumens und der Zunge befinden sich in diesem Falle. Ich gestehe, daß ich die Absichten der Natur hier nicht errathe, dagegen scheinen mir manche pathologische Fälle in dieser Einrichtung ihre Erläuterung zu finden.

Schon im Vorhergehenden wurde eines Phänomens erwähnt, welches hier nochmals in Erinnerung gebracht werden muß. Wenn man auf motorische Nerven frisch getödteter Thiere einen nur einigermaßen kräftigen galvanischen Reiz einwirken läßt, so erfolgt bis zum Verlöschen der Reizbarkeit die Muskelcontraction in jedem Falle, vorausgesetzt, daß der Nerv zu willkürlich beweglichen Theilen geht. Dies Experiment ist nicht unsicherer, als ein physikalisches. Wenn man dagegen Cerebrospinalnerven reizt, welche Zweige zu den organischen Muskeln senden, so entstehen nach Angabe sehr vieler Beobachter bisweilen Bewegungen, aber sie entstehen bestimmt nicht immer. Vielmehr bleiben die motorischen Effecte in den organischen Muskeln nicht selten selbst dann aus, wenn die willkürlichen Muskeln in Folge der Nervenreizung auf das Heftigste erschüttert werden. So erregt Galvanisirung des Vagus bisweilen Bewegungen im Magen, aber gewöhnlicher bleibt der Versuch ohne Wirkung. Diese Verschiedenheit der Erfolge könnte nun davon abhängen, daß motorische Nervenfasern bisweilen in einer Nervenbahn liegen, welche in noch häufigeren Fäl-

len fehlten, indeß sind die Bewegungen des Magens wenigstens zu wichtig, als daß es gleichgültig sein sollte, von welchem Centrum aus sie regiert würden. Die Unbeständigkeit der Erfolge könnte aber auch davon abhängen, daß die gereizten Nervenfasern, bevor sie sich in den contractilen Theilen ausbreiteten, ein Nervencentrum, nämlich ein Ganglion, durchsetzten, in welchem die Leitung eine Modification erführe. So sind die Reflexbewegungen enthaupteter Thiere der Form nach bei weitem weniger constant, als die einfachen Reizbewegungen, offenbar deßhalb, weil das Rückenmark als Centralorgan geeignet ist, den Proceß der Erregung nach höheren organischen Zwecken zu reguliren. Die letzte Betrachtungsweise gewinnt für mich dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß ich ziemlich häufig bei Galvanisirung des N. oculo-motorius keine Contractionen der Pupille wahrnahm, obschon die heftigen Bewegungen der Augenmuskeln lehrten, daß Effecte zu erwarten standen. Hier setzten nun die motorischen Fasern nachweislich durch ein Ganglion.

In naher Beziehung zu dem eben Bemerkten steht eine Reihe von Versuchen, welche bei weiterer Ausführung interessante Resultate verspricht. Mein verehrter Freund E. Weber hatte bei seinen Untersuchungen über Muskelreizbarkeit den sehr glücklichen Gedanken, durch Anwendung des magneto-elektrischen Stromes anhaltende Contractionen in den Muskeln zu erzeugen und sie während des Krampfes mikroskopisch zu untersuchen. Die interessanten Experimente, die er mir zeigte, ließen mich sogleich den Vortheil übersehen, welchen die Anwendung der magneto-elektrischen Rotationsmaschine in der Nervenlehre haben könne. Wenn man mit Hülfe des erwähnten Apparates einen Cerebrospinalnerven reizt, so entsteht bei Schließung der Kette in den willkürlichen Muskeln, zu welchen er geht, ein tonischer Krampf, welcher erst bei Oeffnung der Kette wieder aufhört. Bringt man das Rückenmark in die Kette, so entstehen die Krämpfe in weitester Ausdehnung, indem auch die Brustmuskeln und das Zwerchfell daran Antheil nehmen. Bringt man den Vagus in die Kette, so entsteht ein tonischer Krampf in der ganzen Länge der Speiseröhre, der wiederum so lange anhält, als die Kette geschlossen bleibt; dagegen entsteht weder bei Reizung des Rückenmarkes noch des Vagus tonischer Krampf im Herzen, im Magen und in den Eingeweiden. Ersteres anlangend, so schien es bisweilen gar nicht afficirt zu werden, in dem Magen und in den Därmen dagegen entstanden stärkere Bewegungen als gewöhnlich, hinreichend kräftig, um eine Causalverbindung zwischen dem Reiz und der Bewegung sehr wahrscheinlich zu machen; aber Bewegung und Ruhe wechselten und an einen dauernden Contractionszustand war nicht zu denken.

Diese Versuche, bei welchen die Professoren d'Alton und Henle zugegen waren, beweisen mit vollkommener Schärfe, daß die motorischen Cerebrospinalnerven nicht sämmtlich in eine Classe geworfen werden können. Ich zeigte oben, daß nicht alle motorischen Nerven auf jeden Reiz antworten; es scheint mir, daß gerade dieselben Nerven unfähig sind, in Folge elektro-magnetischer Reizung tonische Krämpfe zu vermitteln. Dieses Zusammentreffen bestärkt mich in der schon ausgesprochenen Ansicht, daß solche Nerven entweder gar keine motorische Fasern enthalten, sondern auf reflectorischem Wege Bewegung vermitteln, oder wenigstens motorische Fasern führen, welche, indem sie noch durch ein Centrum hindurchtreten, zu directer Leitung nur soweit befähigt sind, als die präsente Beschaffenheit des Centralorgans eine solche zuläßt [1].

---

[1]) Es bedarf der Bemerkung kaum, daß die mitgetheilten Erfahrungen ein neuer

Pirogoff versichert, bemerkt zu haben, daß nach Durchschneidung der Sehne eines Muskels der Reiz des Willens für diesen verloren gehe. Ich habe das Experiment nur an Fröschen wiederholt; bei diesen waren die Erscheinungen so unklar, daß ich eine selbstständige Ansicht nicht gewinnen konnte. Bestätigt sich die Angabe, so wird es sehr schwierig sein, für die Thatsache eine passende Erklärung zu finden. Zwar verlieren die Muskeln nach Durchschneidung der Sehnen ihre Spannung, und man könnte annehmen wollen, die Seele bekomme nur durch Wahrnehmung dieser Spannung Notiz von der Gegenwart der Muskeln, auf welche sie wirken solle, allein diese Betrachtung fällt dadurch zusammen, daß Thiere selbst nach Durchschneidung der sensibeln Wurzeln zu willkürlichen Bewegungen befähigt sind. Wären Muskeln, deren Sehnen man durchschnitten, für jeden Reiz unempfänglich, so könnte man annehmen, sie verkürzten sich nach Durchschneidung der Sehne in dem Grade, daß eine weitere Contraction nicht möglich sei. Da sich indeß Muskeln nach vollständiger Abtrennung vom Körper noch kräftig contrahiren können, so bleibt auch diese Ansicht unannehmbar.

F. Von den einzelnen Nerven.

Erstes Paar. Der Geruchsnerv (N. olfactorius) verbreitet sich nur in den Häuten der Nase und kann daher wenigstens keine wahrnehmbaren Bewegungen veranlassen. Nach Magendie's Erfahrungen beschränkt sich sein Empfinden auf Wahrnehmung der Gerüche, indem Durchschneidung des Nerven bei Thieren keinen Schmerz veranlaßt. Dies bestätigt auch Valentin. Höchst wahrscheinlich ist der Geruchsnerv der einzige Vermittler des Geruches. Zwar zeigte Magendie, daß einige heftig riechende Substanzen, wie Ammoniak und Aether nach Durchschneidung der Riechnerven noch wahrgenommen werden, aber schon Eschricht bemerkte, daß Thiere, welche nach Durchschneidung des Olfactorius die Nase rieben oder nies'ten, wenn sie an sehr flüchtige Substanzen rochen, wahrscheinlich nur auf eine Reizung der Tastnerven reagirten, die vom fünften Paare zum Geruchsorgane gingen. Diese Ansicht wird durch eine von Arnison gemachte Beobachtung vollständig erwiesen, indem ein Mensch, welcher in Folge einer Verwundung Geruch und Geschmack verloren hatte, Ammoniak in der That nicht roch, obschon es ihn so heftig afficirte, daß die Augen thränten [1]. Hiermit in Uebereinstimmung sind die von Eschricht und Valentin gesammelten pathologischen Fälle, wo Geruchslosigkeit bei Menschen ihren Grund in einem Mangel oder einer Verhärtung der Riechnerven hatte.

Nicht bloß Substanzen, welche verdunsten und deren Exhalationen sich auf der Schleimhaut der Nase auflösen können, sollen Gerüche bewirken, sondern auch mechanische und elektrische Reize, wie wenigstens Valentin und Ritter bemerkt zu haben versichern. Es fehlt nicht an Beobachtungen, wo Gerüche ohne äußern Anlaß aus inneren Gründen entstanden, indeß sind solche subjectiven Geruchs-Empfindungen im Ganzen doch selten, und mir z. B. nur ein paarmal in meinem Leben vorgekommen. —

Zweites Paar. Der Sehnerv (N. opticus) hat, so weit unsere Beobachtungen reichen, wiederum nur eine sehr beschränkte Energie, die des

---

Beweis sind, daß die Bewegungen der Eingeweide nicht so schlechthin vom Gehirn und Rückenmark aus regiert werden, als Valentin und Budge dies annehmen.

[1]) Arnison, nach Valentin, Funct. Nerv. §. 20.

Sehens. Magendie wagte es, bei einer Staaroperation am Menschen die Netzhaut zu durchstechen, und überzeugte sich in wiederholten Versuchen, daß hierbei kein Schmerz entstehe [1]). Dagegen veranlaßt mechanische Reizung der Netzhaut Lichtempfindung, wie man sich überzeugen kann, wenn man den Augenapfel mit der Fingerspitze drückt, wo dann ein Sonnenbild oder eine andere Lichtfigur der gedrückten Stelle gegenüber zum Vorschein kommt. Ebenso hat elektrische Reizung des Sehnerven Gesichtsempfindung zur Folge. Tourtual fand, daß bei Exstirpation des Auges die Durchschneidung des Sehnerven Lichterscheinungen veranlasse. Kein Nerv ist in gleichem Maße geneigt, subjective Empfindungen zu veranlassen, als der Sehnerv, was unstreitig darauf beruht, daß dieser Nerv der einzige ist, der so innig mit dem Centrum des Bewußtseins zusammenhängt, daß selbst die Form des Wirkens, welche wir Ruhe nennen, eine Empfindung, nämlich die des Schattenfeldes, veranlaßt. Der einfachste, organische Vorgang, die Nutrition, vermittelt eine Erregung, die groß genug ist, um bis zum Sitze des Bewußtseins hindurchzudringen; hiernach kann nicht befremden, daß Vorgänge gewaltsamer Art, wie Congestionen und Entzündung, ebenfalls Empfindungen veranlassen.

Der Nervus opticus ist der einzige Nerv, welcher das Sehen vermittelt, denn nach Durchschneidung oder pathologischer Degeneration desselben hört alles objective Sehen, überhaupt jede Empfänglichkeit des Auges für Licht, auf. Daher ist auch die Pupille unter solchen Umständen in der Regel für Lichtreiz unempfänglich. Magendie glaubte, daß auch das fünfte Nervenpaar am Sehen Antheil habe, aber dieser Antheil kann nur als ein indirecter betrachtet werden. Nach Durchschneidung des fünften Paares geht das Sehvermögen zwar auch verloren, aber nicht plötzlich, und namentlich ist Reizung desselben nie mit Gesichtserscheinungen verbunden. Das Sehen geht nach Durchschneidung des fünften Paares verloren, weil in diesem die Fasern liegen, welche die Nutritions-Processe des Auges reguliren. Wenn in einzelnen Fällen nach Durchschneidung des Quintus das Sehen sogleich aufhört, was Magendie gewiß fälschlich als Regel angiebt, so ist dies vielleicht auf den plötzlichen Verlust des Tonus der Gefäße zu beziehen, welche dem Drucke des Blutes nachgeben und nun die Nervenfasern pressen. Plötzliche Schwächung des Gesichtes bei derartigen Experimenten könnte vielleicht auch auf veränderten Inductions-Verhältnissen beruhen, wovon oben schon die Rede war. Erregung des Sehnerven nicht nur durch Licht, sondern selbst mechanische Reize veranlaßt Contraction der Pupille, womit zusammenhängt, daß nach Durchschneidung desselben eine Erweiterung der Sehe eintritt. So verhält es sich wenigstes bei Hunden, Katzen und Tauben, obschon bei Meerschweinchen und Kaninchen das Gegentheil stattfinden soll.

Drittes Paar (N. oculomotorius) soll nach den Experimenten von Valentin schon in seiner Wurzel Empfindungsvermögen besitzen, nach den Versuchen von Longet dagegen nicht. Beide durchschnitten die Nervenwurzel im Innern der Schädelhöhle, eine Operation, welche freilich äußerst schwierig ist und leicht zu Täuschungen Anlaß geben kann. In Longet's Versuchen konnte es zufällig sein, daß die Thiere nicht reagirten, und Valentin konnte bei Einführung der Nadel in die Schädelhöhle die sensible Basis des Gehirns entweder verletzt oder doch durch Zerrung der Nerven

[1]) Journal de Physiol. IV. 180.

gereizt haben. Bei allen Säugethieren, die ich untersucht habe, und auch bei dem Menschen wird der Oculomotorius durch ansehnliche Faserbündel vom sensiblen Aste des Quintus verstärkt, was anzudeuten scheint, daß ihm das Empfindungsvermögen aus einer fremden Quelle zufließen müsse.

Vollständig erwiesen ist, daß das dritte Paar von den geraden Augenmuskeln den obern innern und untern, von den schiefen Muskeln den untern und überdies den levator palpebrae sup. bewege. Auf die Bewegung dieser 5 Muskeln, zu welchen bei den Thieren noch der Aufhängemuskel des Auges hinzukommt, pflegte man die motorische Kraft der erwähnten Nerven zu beschränken. Ich habe indeß für Kälber, Katzen und Schaafe nachgewiesen, daß Reizung des dritten Paares in der Schädelhöhle auch Contractionen des obern schiefen und des äußern geraden Augenmuskels hervorbringe, und bin geneigt, zu glauben, daß beim Menschen das Gleiche stattfinde. In der That haben Fick und Fäsebeck bei Zergliederungen des Menschen feine Aestchen des dritten Paares bis zu den erwähnten beiden Muskeln verfolgen können.

Durchschneidung des Oculomotorius hat in der Regel Erweiterung und Paralyse der Pupille zur Folge. Reizt man denselben an frisch geschlachteten Thieren, so bemerkt man Bewegungen der Iris, doch mißlingt der Versuch, bei Säugethieren wenigstens, sehr häufig, wie auch Longet bemerkt. Valentin findet wahrscheinlich, daß der obere Ast des dritten Paares, welcher den obern und innern geraden Augenmuskel nebst dem levator palpebrae versorgt, meist willkürliche und reflexive, der untere Ast dagegen, welcher dem untern geraden und untern schiefen Muskel Zweige giebt, nur unwillkürliche und indirecte Bewegungen vermittle[1]). Mir erscheint diese Annahme ganz unhaltbar, da wenigstens der untere gerade Augenmuskel gewiß dem Willen gehorcht, wie übrigens Valentin selbst in einer frühern Schrift anerkannt hatte. Auch die Bewegung des untern schiefen Augenmuskels halte ich für willkürlich, obschon sie nicht vereinzelt producirt werden können, sondern wie so manche andere Muskelcontractionen in eine Gruppe von Bewegungen gehören, die der Wille nur in ihrer Association beherrschen kann.

Das vierte Nervenpaar (Nervus trochlearis s. patheticus) soll nach Desmoulin's Experimenten ursprünglich keine Sensibilität besitzen. Die anatomische Erfahrung, daß er vom Trigeminus zahlreiche empfindende Fasern zugeführt bekommt, bestätigt das Resultat der Vivisectionen, welches für sich allein wenig beweisen dürfte. Das vierte Paar vermittelt die Bewegungen des obern schiefen Augenmuskels und keine andere, wie Reizversuche an frisch geschlachteten Thieren beweisen.

Das fünfte Paar (Nervus trigeminus) des Menschen und der Säugethiere entspringt mit einer großen Wurzel, deren Fasern durch das Ganglion Gasseri hindurchtreten, und mit einer kleinen, welche am Ganglion vorübergeht. Durchschneidet man bei lebenden Thieren die große Wurzel, so geben dieselben den heftigsten Schmerz zu erkennen und die Sensibilität verschwindet in allen Theilen vollständig, welche von dieser Wurzel mit Zweigen versorgt werden. Solche Theile sind: die ganze Haut des Gesichtes, die Augenlider, Lippen und den größten Theil des äußern Ohres mit eingerechnet, die Bindehaut des Auges, die Schleimhaut des Mundes und der obern Schlundgegend, das Zahnfleisch, die Zähne, die vorderen $^2/_3$ der Zunge

[1]) Sömmerring's Nervenlehre. S. 325.

und die Schleimhaut der Nase. Muskellähmungen fehlen dagegen durchaus. Pathologische Erfahrungen beweisen, daß auch bei dem Menschen die Sensibilität der genannten Theile durch die große Wurzeln des fünften Paares vermittelt wird. Durchschneidet man die kleine Wurzel einseitig, so entsteht auf der verletzten Seite Unfähigkeit, zu kauen; durchschneidet man dieselbe auf beiden Seiten, so geht das Kauvermögen vollständig verloren und die Kiefer hängen schlaff nach unten. — Reizt man bei frisch getödteten Thieren die große Wurzel, so entsteht durchaus keine Muskelbewegung, reizt man dagegen die kleine, so schlagen die Kiefer heftig gegen einander. Eine genauere Untersuchung lehrt, daß Reizung der kleinen Wurzel folgende Muskeln bewegt: den M. mylohyoideus, den vordern Bauch des digastricus maxillae, den M. temporalis, massetericus, pterygoideus internus, und wahrscheinlich auch den M. pterygoideus externus. Dagegen bewegen sich weder die Lippen noch der Backenmuskel, noch endlich der weiche Gaumen. Aus anatomischen Gründen ist wahrscheinlich, daß die kleine Wurzel ausschließlich motorische Fasern enthalte; Experimente, die hierüber entschieden, lassen sich nicht anstellen.

Bei dem Frosche setzen alle Wurzeln des Trigeminus durch das Ganglion Gasseri, Beweis genug, daß eine derartige Anordnung weder die Bewegung im Allgemeinen noch selbst die willkürlichen Bewegungen aufhebt.

Auf Grundlage der vorerwähnten Erfahrungen und der bekannten anatomischen Anordnung lassen sich von den meisten Zweigen des Trigeminus die functionellen Verhältnisse constructiv angeben. Alle Zweige des ersten und zweiten Astes (R. ophthalmicus et maxillaris sup.), also beispielsweise der Supraorbitalis und Infraorbitalis, können nur Empfindung, nicht Muskelbewegung, vermitteln. Dagegen können die Zweige des dritten Astes (maxillaris inf.) entweder rein motorischer oder rein sensibler, oder gemischter Natur sein, da der dritte Ast nicht nur die kleine Wurzel des Trigeminus vollständig, sondern auch ein starkes Bündel der großen Wurzel in sich aufnimmt Genaue Experimente haben bewiesen, daß der Ramus lingualis des letztern rein sensibel ist. Minder ausgemacht scheint, ob sich die Empfindlichkeit desselben ausschließlich auf das Tastgefühl beziehe, wie Panizza durch sorgfältige Versuche zu erweisen suchte, oder ob der Zungenast auch Antheil am Schmecken, namentlich in der vordern Hälfte der Zunge besitze, wie neuerlich Longet gefunden zu haben versichert. Der letztern Ansicht günstig ist eine Beobachtung Lisfranc's, der beim Menschen ein Stück des Unterkiefers und mit diesem eine Partie des R. lingualis ausschnitt, worauf der Geschmack der entsprechenden Zungenhälfte verloren ging [1]).

Durchschneidung des Quintus bringt nach Valentin bei einigen Thieren Verengerung, bei anderen Erweiterung, bei allen aber eine bleibende Paralyse der Pupille zu Stande. Dagegen erwähnt Longet eine Verengerung der Pupille und versichert, daß die Contraction wieder vorüber gehe. Bei Tauben fand Joh. Müller die Durchschneidung des fünften Paares ohne allen Einfluß auf die Bewegungen der Pupille. Wichtiger noch ist der Einfluß der erwähnten Operation auf die Ernährungs-Verhältnisse. Magendie durchschnitt den Trigeminus bei Kaninchen in der Schläfengrube, und fand, daß schon nach 24 Stunden die Hornhaut sich trübe. Die Bindehaut wird roth und sondert erst schleim-, dann eiterartige Flüssigkeit ab. Noch später entzündet sich auch die Iris, die vordere Augenkammer

[1]) v. Froriep's Not. 1836. S. 128.

wird mit Exsudat erfüllt, die immer dunkeler werdende Hornhaut fängt an, zu schwären, und endlich berstet das Auge, entleert sich und verschrumpft. Gleichzeitig fallen dem Thiere häufig die Barthaare aus, die Zunge belegt sich bei Hunden mit einem dunkeln Ueberzuge, und in der Gegend der Lippe und Nase bilden sich bisweilen trockne Schorfe. Wahrscheinlich leidet die Nutrition in allen Theilen, wo das fünfte Paar sich ausbreitet, wenigstens deutet hierauf eine beträchtliche Abstumpfung sämmtlicher Sinne, indeß kommen nur im Auge Degenerationen vor, wie die beschriebenen. Schon dies ist auffallend, noch auffallender aber ist, daß jene Störungen der Ernährung in weit geringerem Maße eintreten, wenn man den Nerven statt in der Schläfengrube in der Schädelhöhle durchschneidet [1]). Ich vermuthe, daß diese Verschiedenheit im Erfolge der Operation davon abhängt, daß in letzterem Falle die sympathischen Fäden geschont werden, die nach Bidder's und meinen Untersuchungen in großer Menge vom Ganglion Gasseri entspringen. Hierauf könnte auch beruhen, daß die Durchschneidung des Trigeminus selbst unterhalb des Gasser'schen Knotens in der Mund- und Nasenhöhle nur geringe Störungen veranlaßt, weil nämlich die Schleimhäute dieser Theile noch von anderen Punkten her, und namentlich vom Ganglion sphenopalatinum sympathische Fasern zugeführt bekommen. Longet hat, ohne die histologischen Verhältnisse der sympathischen Nerven zu kennen, ähnliche Ansichten ausgesprochen und beruft sich dabei vorzugsweise auf pathologische Fälle, wo die Functionen des Quintus vollständig unterdrückt, die Ernährungsverhältnisse aber ungestört waren. Er folgert hieraus, wie sehr nahe liegt, daß andere Fasern im Quintus empfinden, andere den Nutritions-Verhältnissen vorstehen.

Sechstes Paar (N. abducens). Mit Bezug auf die Sensibilität gilt bei diesem Nerven dasselbe, was bei den übrigen Augennerven bemerkt wurde. Die Vivisectionen liefern kein entscheidendes Resultat, aber die Vermischung des Abducens mit Fasern vom Quintus deutet an, daß er ursprünglich entweder gar keine oder doch zu wenige sensible Fasern enthalte. Lähmung desselben paralysirt den äußern geraden Augenmuskel und veranlaßt Schielen nach innen. Galvanische Reizung der Wurzel veranlaßt Wendung des Auges nach außen. Bei den Thieren, welche einen Musculus choanoideus und eine bewegliche Nickhaut haben, werden auch diese vom sechsten Paar in Bewegung gesetzt.

Siebentes Paar. Gesichtsnerv (N. facialis). Die Behauptung Bell's, daß Durchschneidung des Gesichtsnerven keine Schmerzen errege, ist widerlegt. Die Gesichtsäste des Facialis können schon deßhalb nicht unempfindlich sein, weil sie verstärkende Bündel vom Quintus erhalten. Hierdurch erklärt sich die Beobachtung Magendie's, daß nach Durchschneidung des Nerven, unmittelbar an seiner Austrittsstelle das peripherische Ende sensibel bleibt. Aber auch das centrale Ende des durchschnittenen Nerven zeigt Empfindlichkeit, und könnte die Annahme veranlassen, daß der Nerv von Haus aus sensible Fasern enthalte. Dies scheint indeß nicht der Fall zu sein. Valentin durchschnitt denselben im Innern der Schädelhöhle, ohne Schmerzenszeichen zu bemerken. Da nun der Facialis unmittelbar beim Austritt aus der Schädelhöhle schon sensibel ist, so entsteht die Frage, von woher ihm die sensiblen Fasern zufließen. Beim Durchtritt durch

---

[1]) Diese merkwürdige Erfahrung Magendie's (Journal de Physiol. IV. pag. 303) ist von Longet (II. 162.) bestätigt worden.

den Canalis Fallopii anastomosirt das siebente Paar mit dem fünften vermittelst des Ram. vidianus sup. und nach Arnold erhält es einen Verbindungsast vom Vagus. Gewöhnlich wurde nun die Sensibilität des Stammes vom Vagus abgeleitet, indeß scheint Longet erwiesen zu haben, daß sie auch hier vom Quintus abhänge. Longet durchschnitt das fünfte Nervenpaar in der Schädelhöhle und untersuchte am folgenden Tage die Sensibilität des Nervenstammes an der Stelle seines Austritts, wobei alle Empfindlichkeit vermißt wurde.

Die Paralysen, welche nach Durchschneidung des Facialis eintreten, kannte zum Theil schon Bell, genauer sind sie von Eschricht und Späteren erörtert worden. Auf der verletzten Seite läßt sich das Auge nicht schließen, die Stirn nicht runzeln, der Backen nicht aufblasen, die Bewegungen des Mundes und der Nase gehen verloren und mit ihnen das Mienenspiel, auch werden die Gesichtszüge schief und nach der gesunden Seite hingezogen. Galvanisirt man die Wurzel des Nerven an frisch getödteten Thieren, so erhält man die Erklärung dieser Paralysen, denn es zucken: der Musculus frontalis, orbicularis palpebrae, buccinator, orbicularis oris, sämmtliche Muskeln, welche Mund, Nase, Kinn und Ohren bewegen, der hintere Bauch des digastricus maxillae, stylohyoideus und platysmamyoides. Die meisten dieser Muskeln bewegen sich auch, wenn man die portio intermedia Wrisbergii reizt. Dagegen bewegen sich weder der weiche Gaumen, noch die Zunge, wie ich nach vielen und sorgfältigen Versuchen um so bestimmter versichern darf, als auch Longet diese Theile durch Reizung des Facialis nicht erregen konnte [1]). Ebenso wenig bin ich im Stande gewesen, durch Reizung der Wurzel Zuckungen in den inneren Ohrmuskeln hervorzurufen, was aber unstreitig davon abhing, daß die Freilegung derselben so viel Zeit gekostet, oder beim Aufmeißeln der Knochen so heftige Erschütterung veranlaßt hatte, daß die Reizbarkeit schon verloschen war. Erregung der Chorda tympani in der Paukenhöhle setzte den Buccinator in Bewegung, ein Beweis, daß jener Nervenast wenigstens theilweise seine Fasern von der Wurzel des Facialis erhält, und nicht ausschließlich Fortsetzung des vidianus sup. ist, wie Cloquet und Hirzel angenommen haben.

Der Facialis hat indirect Einfluß auf die meisten Sinnesfunctionen. Nach einseitiger Durchschneidung desselben tritt das Auge der verletzten Seite stärker nach vorne, entzündet sich leicht und die Hornhaut wird trübe. Fälle der Art, die schon Bell genau beschrieben, können kaum befremden, wenn man an die Paralyse des Orbicularis denkt. Das unablässig geöffnete Auge ist dem Reize der Luft und des Staubes vollkommen bloßgestellt. Auffallender wäre die Störung des Geruches, welche mit Lähmung des Facialis eintreten soll, besonders wenn Stoffe, wie Moschus, Tabak und Kampher auf der Seite der Verletzung nicht wahrgenommen würden [2]). Es scheinen hiernach die Athembewegungen der Nase für das Riechen von Wichtigkeit, unstreitig nicht deßhalb, weil sie die riechenden Stoffe mit größerer Gewalt gegen die Muscheln treiben, denn die Kraft des Luftstromes, den wir einathmen, scheint für die Geruchsempfindung ziemlich gleichgültig, als vielmehr

---

[1]) Debrou sah zwar in 5 Experimenten einmal Bewegungen des weichen Gaumens entstehen, verwirft aber diesen einen Fall selbst, als auf Täuschung beruhend. Longet II., 451. In der That ist Täuschung leicht möglich, da die Contraction des stylohyoideus und digastricus maxillae secundäre Bewegungen des weichen Gaumens veranlaßt.

[2]) Longet a. a. O. II. 448.

weil sie die Gestalt der Nasenlöcher und hiermit die Oscillationen des Luftstromes verändern (man vergl. den Art. »Geruch« von Bidder)[1]. Roux erzählt von einer übermäßigen Reizbarkeit des Gehörs, die bei ihm selbst mit einer Paralyse des Facialis zusammenfiel. Allem Anscheine nach beruhte dies auf einer Lähmung des M. tensor tympani, bei welcher das erschlaffte Trommelfell auch durch schwache Schallwellen in starke Schwingungen versetzt werden konnte.

Achtes Paar, Gehörnerv (N. acusticus). Sowohl seine Ausbreitung im innern Ohre als physiologische und pathologische Erfahrung beweisen, daß er das Hören vermittelt. Andere Functionen scheint dieser Nerv nicht zu besitzen, namentlich soll Durchschneidung desselben nicht Schmerz erzeugen.

Neuntes Paar. Zungenschlundnerv (N. glossopharyngeus), entspringt mit zwei Wurzeln, deren stärkere noch vor dem Austritt aus der Schädelhöhle ein Ganglion bildet. Dieses nach Ehrenritter benannte Ganglion gab Anlaß, den Bell'schen Lehrsatz auf den Glossopharyngeus anzuwenden, und die durch den Knoten setzende Wurzel als sensibel zu betrachten. Diese Betrachtungsweise ist schon deßhalb unzulässig, weil auch die zweite dünnere Wurzel durch ein Ganglion hindurchtritt, durch das ganglion petrosum. Ich habe mich durch wiederholte mikroskopische Untersuchungen, besonders beim Kalbe, überzeugt, daß alle Wurzelfäden des Zungenschlundnerven entweder durch das eine oder das andere dieser Ganglien, die übrigens oft verschmelzen, hindurchtreten [2].

Reizung der kleinern Wurzel bewegt den M. constrictor faucium medius und stylopharyngeus auch nach Wegnahme der Medulla oblongata. Hierauf beschränkt sich die motorische Wirkung des neunten Paares. Die Sensibilität desselben wurde von Panizza in Zweifel gezogen, weil er bei Durchschneidung der Nerven keine Schmerzenszeichen bemerkte. Valentin, Alkok und Reid dagegen versichern, solche gesehen zu haben, und Longet behauptet, daß Durchschneidung des Glossophar. das Gefühlsvermögen im hintern Drittheile der Zunge, in den Gaumenbögen und einem Theile des Schlundes vernichte. Ich habe Grund, diese Angaben für richtig zu halten, da nach meinen Untersuchungen nach Durchschneidung des neunten Paares in der Schädelhöhle die Reizbarkeit derselben Theile für reflecto-motorische Erscheinung aufhörte, die nach Durchschneidung des Quintus fortgedauert hatte.

Panizza glaubt auf dem Wege der Vivisection gefunden zu haben, daß der Zungenast des neunten Paares ausschließlich den Geschmack vermittle, und Wagner, Valentin, M. Hall, Stausky, Stannius und Stamm bestätigen nach ihren Erfahrungen diese Ansicht. Dagegen haben Magendie, Mayo, Müller, Reid, Lisfranc und Longet dem Zungenaste des fünften Paares wo nicht ausschließlich, doch theilweise, die Function des Schmeckens zugesprochen. Nachdem, was ich bei Bidder zu sehen Gelegenheit hatte, würde ich die Vivisection wenigstens nicht für einen entscheidenden Beweis zu Gunsten Panizza's anzusehen wagen.

Zehntes Paar. Der herumschweifende oder Lungen-Magen-Nerv (N. vagus) wurde zuerst von Arnold, dann von Scarpa, Bischoff und Anderen als ein gemischter Nerv dargestellt, dessen sensible Wurzel durch den Vagus im engern Sinne, und dessen motorische

---

[1] Wird erst später erscheinen unter „Sinnesorgane". Anmerk. d. Red.
[2] Müller's Archiv 1840, S. 488.

Wurzel durch den Accessorius Willisii gegeben sei. In der That bildet der Vagus im zerrissenen Loch einen Knoten, und verbindet sich mit dem Beinerven erst unterhalb desselben. Diese Analogie des Vagus mit den Rückenmarksnerven erstreckt sich indeß nur auf den Bau, nicht auf die Function der Theile, und selbst die anatomische Analogie ist nicht streng, indem Remak mit Recht angiebt, daß selbst ein Theil der eigentlichen Vagus-Wurzeln am Ganglion vorbeistreicht. Zu den anatomischen Verhältnissen des herumschweifenden Nerven, welche den physiologischen Forschungen einen Anhaltspunkt geben, gehört die von Bidder und mir entdeckte Vermischung desselben mit sympathischen Fasern [1]. Der Vagus enthält bei allen Wirbelthieren weit mehr sympathische Fasern als animale, und dieses Vorherrschen der sympathischen Elemente wird in den unteren Classen derselben immer auffallender. Dieses Ergebniß mikroskopischer Untersuchungen ist in Uebereinstimmung mit dem von E. H. Weber entdeckten Wechselverhältniß zwischen Sympathicus und Vagus, nach welchem letzterer in den unteren Classen in demselben Maße an Größe zunimmt, als der Sympathicus an Umfang abnimmt. Der Vagus ist weniger Hirnnerv als eine Unterabtheilung des Sympathicus. Die sympathischen Fasern desselben entspringen vorzugsweise von dessen Ganglion, daher die relative Menge derselben und mit ihr die Dicke des Nerven unterhalb des Ganglions beträchtlich zunimmt. Dieses findet in enormem Maße bei den Fischen Statt, deren Vagus daher mit mehren, oft sehr großen, Ganglien versehen ist. Besonders interessant ist, daß diese in den Ganglien der Nerven entstandenen organischen Fasern sich in allen Wirbelthieren nach einer strengen Gesetzlichkeit vertheilen, nämlich in kleinster Menge in die willkürlichen motorischen Zweige eintreten, in größerer Anzahl in die sensibeln, in enormer Ueberzahl aber in diejenigen Zweige, welche sich in den Organen des vegetativen Lebens ausbreiten. Die Zweige nämlich, welche Speiseröhre, Herz, Lunge, Magen, Leber und Kiemen versorgen, enthalten fast ausschließlich sympathische Fasern, während der R. recurrens z. B. als willkürlich motorischer Nerv fast ausschließlich animale enthält.

Diese anatomischen Verhältnisse erklären zum großen Theil das Auffallende und die Widersprüche in den Resultaten der Vivisectionen. Es mußte auffallen, daß Reizversuche an einem präsumtiven Hirnnerven so geringe Reactionen veranlaßten; dies fällt nicht mehr auf, nachdem wir erfahren haben, daß der Vagus mehr dem System der organischen als animalen Nerven angehört. Widersprechend war, daß einige Beobachter durch Reizung des Vagus Schmerzenszeichen und Muskelzuckungen hervorbringen konnten, andere nicht; der Widerspruch erklärt sich großen Theils dadurch, daß man bei Reizversuchen am Nerven verschiedene Angriffspunkte wählte. Indem der Vagus fast alle animale Fasern schon am Kopf und obern Halstheile abgiebt, kann man nur bei Reizung der Wurzeln oder des Stammes nahe am Ursprunge, lebhafte Reactionen in der Sphäre des animalen Lebens zu Stande bringen. Der Ram. laryngeus sup. ist in hohem Grade empfindlich, der Ram. laryngeus inf. dagegen und der Stamm des Nerven am untern Theile des Halses sind es weit weniger und können bei manchen Individuen durchschnitten werden, ohne die mindesten Schmerzenszeichen hervorzurufen. Während der Vagus im Verlaufe nach unten oder hinten sich seiner cerebrospinalen Fasern immer mehr entäußert, so scheint er umgekehrt immer mehr sympathische Fasern durch Anastomosen in sich aufzunehmen. Bestätigt sich dies,

---

[1] Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems.

so kann man sich nicht wundern, daß die Experimente über die motorische Kraft des Sympathicus verschiedene Resultate gaben, vielmehr mußten diese verschieden ausfallen, je nachdem der Stamm an dem gereizten Punkte gewisse motorische Fasern schon empfangen hatte oder nicht.

Reizte ich bei frisch geschlachteten Kälbern, Hunden, Schaafen, Ziegen, Katzen die Nervenwurzeln in der Schädelhöhle, so entstanden deutliche Contractionen in folgenden Muskeln: M. levator palati, azygos uvulae, constrictor pharyngis supremus und intimus, arcus pharyngopalatinus, cricothyreoideus, cricoarythaenoideus posticus und lateralis, endlich die Speiseröhre. Diese Thatsachen, welche den Vagus als einen der wichtigsten motorischen Kopfnerven darstellen, stehen in grellem Widerspruche mit der von Arnold und Scarpa aufgestellten Ansicht, daß Vagus und Acessorius einen gemischten Nerven im Sinne Bell's ausmachten und ersterer als sensible Wurzel diente. Diese Ansicht wurde zwar eine Zeit lang durch Bischoff's schätzbare Abhandlung über den Beinerven gehalten [1]), allein Bischoff hat, wie er mir mündlich mittheilte, sich später vollkommen überzeugt, daß der Vagus schon in seinen Wurzeln motorische Kraft besitzt. Die Untersuchungen von Reid, van Kempen und Hain bestätigen in diesem Bezuge meine Angaben. Dagegen habe ich mich wahrscheinlich geirrt, wenn ich dem Lungenmagennerven jeden motorischen Einfluß auf den Magen absprach. Ich that dies nach vielen und sorgfältigen Experimenten und in Uebereinstimmung mit den besten Beobachtern, indem Bichat, Tiedemann, Joh. Müller, W. Philip, Mayo, Magendie, van Kempen und Andere den Einfluß jenes Nerven auf die Magenbewegung ebenfalls leugnen. Besonders bestimmend war für mich die, auch von dem trefflichen Reid gemachte, Bemerkung, daß man bei Galvanisirung des Vagus oft die heftigsten Zusammenziehungen in der Speiseröhre, aber durchaus keine im Magen bemerke. Ich nahm daher an, daß die von anderen Autoren beschriebenen Bewegungen zu den peristaltischen gehört haben möchten, welche in einem frei gelegten Magen auch ohne Reizung der Nerven so häufig vorkommen. Indeß hat mich zuerst Bischoff ein Experiment sehen lassen, nach welchem ich den Einfluß des zehnten Paares auf die Magenbewegung nicht mehr leugnen möchte. Bei einem eben getödteten Hunde wurde der frei gelegte Nerv mit der Pincette geknippen; es entstanden Contractionen im Magen, welche ich aus folgenden Gründen für Wirkungen des Reizes halten mußte. 1) Die Contraction folgte auf jede Reizung, zwar nicht augenblicklich, aber doch wenige Secunden später. 2) Die Reizung wurde nur dann vorgenommen, wenn eine peristaltische Bewegung so eben vollendet war, und also eine Pause erwartet werden durfte. 3) Die Bewegungen, welche auf den äußern Reiz folgten, waren zwar der Art nach den peristaltischen gleich, aber doch entschieden kräftiger als diese. 4) In Folge des Reizes entstand eine Einschnürung in der Mitte des Magens, welche bei den von selbst erfolgenden peristaltischen Bewegungen nicht bemerkt wurde. Bischoff hat die Erfahrung gemacht, daß der Versuch am leichtesten bei Hunden, aber auch bei diesen nur dann gelinge, wenn der Magen weder überfüllt, noch ganz leer ist. Dasselbe bemerkten Longet (a. a. O. II. 324) und Blondlot [2]). Ohne einen gewissen motorischen Einfluß des zehnten Paares auf den Magen noch länger in Abrede zu stellen, zweifle ich dennoch,

[1]) Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Darmstadii, 1832.

[2]) Traité analytique de la digestion Paris 1843. pag. 71.

daß es bestimmt sei, die normalen Magenbewegungen auf directem Wege hervorzurufen. Schon oben wurde erwähnt, daß der magneto-elektrische Strom in der Speiseröhre, nicht aber im Magen eine Contraction hervorbringt, welche so lange anhält, als die Kette geschlossen bleibt. Lägen im N. vagus diejenigen Fasern, welchen die Bewegung des Magens unmittelbar übertragen ist, so müßte dieser im vorerwähnten Experimente ebensowohl in tonischen Krampf gerathen, als die Speiseröhre. Nicht minder wichtig ist, daß die peristaltischen Erscheinungen am Magen auch nach Durchschneidung des Vagus fortdauern. Reid fand, daß bei einem Hunde, dem beide Lungenmagennerven durchschnitten waren, zwar in den ersten Tagen alle Speisen weggebrochen, in der Folge aber vollständig verdaut wurden [1]). Leuret und Lassaigne beobachteten nach derselben Operation den Fortgang der Verdauung bei Pferden und Budge sah unter gleichen Umständen die selbstständigen Brechbewegungen des Magens erfolgen. Hiermit verlieren diejenigen Erfahrungen ihr Gewicht, wo man Thieren, kurz nachdem sie gefressen hatten, die herumschweifenden Nerven durchschnitt und nach viel später erfolgtem Tode sich überzeugte, daß die genossenen Nahrungsmittel den Magen nicht verlassen hatten. Denn begreiflich ist, wie nach einer schweren Operation Paralyse des Magens eintrete, obschon die motorischen Nerven desselben nicht durchschnitten waren, aber vollkommen unmöglich wäre ein normales Fortbestehen der Magenbewegung, wenn der Vagus die Reize zuführte, welche zur Auslösung der Muskelcontractionen unentbehrlich sind. Vielleicht liegen in der Bahn desselben nur solche excito-motorische Fasern, welche sich in den Sympathien zwischen Gehirn und Magen geltend machen.

Stilling versichert vom Vagus aus auch das Herz, den Dünndarm, den Dickdarm und die Harnblase in Bewegung gesetzt zu haben [2]). Hier dürfte der Beweis nachzubringen sein, daß die beobachteten Bewegungen die Effecte des auf den Nerven angebrachten Reizes waren. Sollte dieser Beweis sich führen lassen, so würde ich derartige, jedenfalls nur ausnahmsweise eintretende Bewegungen für reflectirte halten. Nach den Beobachtungen Longet's kann man durch galvanische Reizung des Vagus Contraction der queren Fasern der Bronchien hervorbringen [3]). Dieses Experiment hat mir nie glücken wollen, so lange ich die Contraction unmittelbar zu sehen verlangte. Ich kann indeß eine Methode angeben, welche den motorischen Einfluß des zehnten Paares auf die Lungen entschieden darthut. Bei geköpften Thieren binde ich einen Tubulus in die Luftröhre ein, welcher sich nach außen zuspitzt und mit einer ziemlich feinen Oeffnung mündet. Bringe ich nun vor dieser Oeffnung ein Licht an und galvanisire den Vagus, so entsteht mit jeder Reizung des Nerven eine plötzliche Beugung der Flamme, ja in einem Experimente wurde sie sogar ausgeblasen. Der Versuch gelingt auch nach Oeffnung des Brustkastens, doch sind die Bewegungen der Flamme dann viel schwächer, wie natürlich, da die Lungen zusammengefallen sind und wenig Luft enthalten, welche durch Contraction des Organs entfernt werden könnte. Besondre Aufmerksamkeit verdient, daß diese Bewegungen stoßweise erfolgen. Die Lungen würden solcher raschen Bewegungen nicht fähig sein, wenn sie während des normalen Lebens nicht in Anwendung kommen sollten, und eine Anwendung derselben ist nirgends annehmbar als beim rhythmischen Athmen selbst.

Was die Functionen der R. laryngei anlangt, so vermittelt der obere Ast

---

[1]) Edinb. med. and surg. Journal Nro. 139. [2]) Häser's Archiv IV.
[3]) Müller's Archiv 1843. Jahresbericht S. 146. und Arch. gen. 1842. T. XV. pag. 234.

hauptsächlich Empfindung, daher nach Durchschneidung desselben auf beiden Seiten des Halses Reizung der Stimmritze ohne reflectorische Verengung dieser vorübergeht. Nach meinen Versuchen bewegt, der R. laryngeus superior nur den M. cricothyreoideus, alle innern Kehlkopfmuskeln dagegen werden nur vom untern Aste in Bewegung gesetzt. Zu demselben Resultate gelangten van Kempen und Longet. Letzterer zeigte auch, daß nicht bloß die willkürlichen, sondern auch die unwillkürlichen, mit dem Athmen verbundenen Bewegungen der Stimmritze vom R. recurrens abhängen. — Die Abhängigkeit der Stimme vom Vagus kannten schon die Alten. Freilich sind auch Erfahrungen verzeichnet, wo Hunde nach Durchschneidung der herumschweifenden Nerven bellten oder heulten, aber das Bellen war wohl meistens ein ziemlich lautloses, wie dies Reid beobachtete, und selbst das laute Heulen konnte ohne Betheiligung der Stimmmuskeln zu Stande kommen, wenn nur die Stimmritze, etwa bei jüngeren Thieren, so eng war, daß die ausgestoßene Luft Schwingungen in den Stimmbändern veranlassen konnte. Ueberdies bemerkte van Kempen, daß der M. cricothyreoideus eine gewisse Spannung der Stimmbänder hervorbringen kann, indem er die Knorpel des Kehlkopfes in eine geeignete Lage bringt.

Entsprechend seiner beträchtlichen anatomischen Ausbreitung hat der Vagus einen größern Einfluß auf den Gang der Lebensverrichtungen, als irgend ein anderer Nerv. Selbst einseitige Durchschneidung desselben veranlaßt bei verschiedenen Thieren große Athembeschwerden, Störungen der Verdauung, Durchfälle, Abmagerung und Niedergeschlagenheit, Zufälle, die oft Wochen und Monate lang anhielten und meistens übermäßigen Nahrungstrieb zum Gefolge hatten[1]). Durchschneidung des Vagus auf beiden Seiten des Körpers ist in der Regel tödtlich und die von Arnemann, Sedillot und Reid beobachteten Fälle des Gegentheils gehören zu den Ausnahmen. Bei jungen Thieren erfolgt der Tod sehr schnell und ist Folge der Erstickung, indem nach Wegfall der Athembewegung des Kehlkopfes die zarten Stimmbänder durch die inspirirte Luft gegen einander gedrückt und wie Taschenventile geschlossen werden. Bei Erwachsenen, wo die Stimmritze weiter, und die Stimmbänder derber sind, geschieht die Erstickung in dieser Weise nicht, und die eigentliche Ursache des Todes ist deßhalb unklarer. Wahrscheinlich hat man dieselbe nicht in einem einzelnen Begebniß, sondern in der Summe der Störungen zu suchen, welche durch den ganzen Organismus sich geltend machen. Die Respiration wird unmittelbar nach Durchschneidung der Lungenmagennerven seltener, bisweilen um das Doppelte und selbst um das Dreifache. Dieses seltene Athmen kann zum Theil schon das Dunkelwerden des Blutes erklären, welches sich durch die blaue Farbe der Lippen, der Zunge, des Kammes der Hühner u. s. w. kund giebt, doch sind dabei noch die Degenerationen der Lungen zu berücksichtigen, z. B. die rothen Flecken derselben, als Folgen des stockenden Blutes und der schaumige Schleim in den Bronchien, wodurch die Wechselwirkung zwischen Luft und Blut beeinträchtigt wird. Interessant ist, daß Reid diese Veränderungen der Lunge nicht wahrnahm, wenn er den N. vagus nur einseitig durchschnitten hatte, denn sie mußten in diesem Falle wieder einseitig auftreten, wenn der Vegetationsproceß in den Lungen unter dem unmittelbaren Einflusse jenes Nerven stände. Die pathologische Veränderung der Lungen nach Durchschneidung beider herumschweifender Nerven scheint Folge des verlangsamten Athmens zu sein, und dieses wieder dürfte davon abzuleiten sein, daß das Ath-

[1]) Arnemann, Versuche über die Regeneration. Göttingen 1787.

men eine Reflexbewegung ist, die zwar nicht ausschließlich, aber doch vorzugsweise vom zehnten Paare eingeleitet wird.

Auch der Einfluß der Lungenmagennerven auf die Verdauung ist kein so directer, als man gewöhnlich annimmt. Wenn man in den ersten Tagen nach der Durchschneidung der Nerven die Verdauung beobachtet, so findet sich, daß die Nahrungsmittel im Magen weder vollständig chymificirt, noch gehörig in die Därme übergeführt werden. Hieraus darf nicht gefolgert werden, daß der Vagus die unveräußerliche Grundbedingung der Magenbewegung und der Absonderung des succus gastricus sei. Reid zeigte, daß in den ersten Tagen nach der Operation die Störungen der Verdaunng viel bedeutender sind, als in den folgenden, und verschiedene Beobachter sahen bei Thieren, welche die Operation überlebten, die Function der Verdauung und Ernährung zur Norm zurückkehren, obschon eine Regeneration nicht erfolgte[1]). Daß nach Durchschneidung der Lungenmagennerven noch selbstständige Bewegungen des Magens vorkommen, wurde schon oben erwähnt, und daß unter denselben Umständen auch die Absondernng eines sauern Magensaftes fortdauern, ist nach den Beobachtungen von Joh. Müller, Arnold, Reid und Longet unzweifelhaft. Hieraus ergiebt sich, daß die Lebensthätigkeit des Vagus sowohl für die mechanischen als die chemischen Wirkungen des Magens einigermaßen entbehrlich ist. Durchschneidung desselben veranlaßt eine beträchtliche Störung, nicht aber eine Zerstörung beider, und die Verdauung, wie auch das Athmen kehren mehr oder weniger zur Norm zurück, wenn das Thier die durch die Vivisection veranlaßte Störung überlebt, was freilich sehr selten ist. Arnemann spricht sogar von Wiederkehr der Stimme. Wahrscheinlich ist dies auf Fälle zu beschränken, wo der Nerv regenerirte, oder die Stimme kehrte nicht sowohl wieder, als daß sie vielmehr gar nicht verschwand, wie dies Longet an jungen Thieren bemerkte[2]).

Nach der Angabe Brachet's würde der Vagus die Gefühle des Athembedürfnisses, des Hungers, des Durstes und der Sättigung bedingen, eine Angabe, welche von mehren Seiten angenommen, von Reid und mir dagegen als eine unbegründete erwiesen worden ist. Brachet glaubte gefunden zu haben, daß Thiere, welchen der Vagus durchschnitten worden ist, ohne Zeichen von Athembeschwerden den Erstickungstod stürben, allein das Schnappen nach Luft, das gewaltsame Arbeiten des Brustkastens und die zuletzt eintretenden Convulsionen solcher Thiere sind die unzweideutigsten Beweise des Gegentheils[3]). Auch suchten Hunde, an welchen Reid die Operation gemacht hatte, nachdem sie lange gefastet, eifrig nach Futter und fraßen mit Begierde. Möglich wäre, daß das Gefühl der Völle des überfüllten Magens vom Vagus abhinge, worauf sich die von Brachet beobachteten Fälle beziehen könnten, daß Meerschweinchen, denen nach der Operation Futter vorgeworfen wurde, über Maß und so lange fraßen, bis Magen und Speiseröhre nichts mehr aufzunehmen vermochten. Wenn aber Arnold den krankhaft gesteigerten Appetit einer Person,

---

[1]) Man vergleiche besonders Reid a. a. O.

[2]) Joh. Müller schließt aus der Wiederkehr der Stimme nach Durchschneidung der R. recurrentes, daß dem R. laryngeus super. Antheil an der Stimmbildung habe. Schon oben wurde angegeben, daß nach Longet's und meinen Versuchen dieser Zweig keinen Einfluß auf die inneren Kehlkopfmuskeln hat. Auch möchte ich glauben, daß wenn der Ramus laryngeus sup. die Stimme regulirte, diese nach Durschneidung der rücklaufenden Aeste gar nicht verschwinden und wiederkehren, sondern, wenn auch in etwas modificirt, bleiben müßte.

[3]) Das Ausführlichere habe ich in Müller's Archiv mitgetheilt. 1841. 8. 332.

welche an Degeneration des Vagus litt, auf das verschwundene Gefühl des Sattseins bezieht, so scheint mir diese Erklärung sehr gezwungen, denn übermäßige Consumtion von Nahrungsmitteln läßt beim Menschen eine positive Begierde voraussetzen, und nicht bloß Mangel der Sättigung. Ueberhaupt scheinen mir alle von Arnold mitgetheilten Fälle von Mangel des Hungers, des Durstes und der Sattigkeit bei Personen, welche an Degeneration des Vagus gelitten hatten, deßhalb wenig beweisend, weil sehr unwahrscheinlich ist, daß die pathologische Entartung des Nerven noch während des Lebens eine vollständige Paralyse desselben veranlaßt haben sollte. Konnte aber der Vagus noch fungiren, wie das Fortbestehen des Athmens, Sprechens u. s. w. vorauszusetzen erlaubt, so hätte er auch Hunger, Durst, Sattigkeit veranlassen können, und wer den Defect dieser Gefühle dessenungeachtet auf den Vagus bezieht, der thut dies hypothetisch und bleibt den Beweis schuldig. Ich setze in die Versuche des sorgfältigen Reid ein um so größeres Zutrauen, als ich vonvornherein mich gegen die Ansicht erklären mußte, welche den Hunger als ein locales nur vom Magen ausgehendes Gefühl betrachtet. — Wie ich geneigt bin, anzunehmen, daß der Vagus das Gefühl der Völle im Magen veranlaßt, so finde ich wahrscheinlich, daß er es ist, durch welchen die Gefühle des Kitzels, Stechens, Wundseins u. s. w. in den Lungen zu Stande kommen. Hierbei gebe ich mehr auf die anatomischen Thatsachen, als auf die physiologischen Experimente. Brachet durchschnitt den Vagus bei Thieren, und konnte dann durch Einbringung reizender Stoffe in die Bronchien keinen Husten veranlassen, indeß beobachtete ich dasselbe zu wiederholten Malen bei Thieren, deren Vagus unverletzt war. Der Versuch gelingt leicht, wenn man nur die Reizung des Kehlkopfes vermeidet, und durch eine künstliche Oeffnung der Luftröhre die Bronchien angreift. Wichtiger scheint mir, daß die Aeste des Vagus zu den Lungen in ziemlicher Menge dicke, oder Medullarfasern enthalten, d. h. solche, welche mit Bevorzugung den psychischen Functionen dienen.

Eilftes Paar, Beinerv (N. accessorius Willisii). Von dem eigenthümlichen Ursprunge und Verlaufe dieses Nerven ist oben schon die Rede gewesen, ich benutzte dieselben zur Unterstützung der Ansicht, daß Nerven in der Nähe der Punkte wirklich entspringen, wo sie sich nachweisbar den Centralorganen anheften. Nahe unter dem Ganglion des zehnten Paares anastomosiren dieses und das eilfte, wobei ein Austausch von Fasern stattfindet.

Wenn man den Beinerven nahe am Austritt aus dem Schädel durchschneidet, so entstehen deutliche Schmerzenszeichen. Bei Kälbern bleibt nach der Durchschneidung das peripherische Ende des Nerven empfindlich, was von einer Anastomose desselben mit dem zweiten Paare der Halsnerven abhängt. In ähnlicher Weise könnte die Sensibilität der centralen Schnittfläche des N. accessorius durch dessen Anastomosen mit dem Vagus bedingt sein; auch fanden Bischoff, Longet und Morganti bei Vivisectionen die Wurzeln des Nerven unempfindlich. Ich bekenne indeß, daß ich auf diese Versuche kein großes Gewicht lege, da Experimente über Sensibilität, nach einer überaus schmerzhaften und blutraubenden Operation, keine sicheren Resultate geben können.

Reizt man die Wurzeln des Accessorius in der Schädelhöhe, so zucken der M. sternocleidomastoideus und trapezius, bisweilen auch der weiche Gaumen, wie Hain richtig angiebt. Dagegen habe ich bei überaus zahlreichen Versuchen auch nicht ein einziges Mal Bewegungen im Kehlkopfe gesehen. Bischoff war meines Wissens der Erste, welcher die Bewegung der Kehlkopfmuskeln vom Beinerven ableitete, indem er bemerkte, daß die Durchschneidung seiner Wurzeln bei einer lebenden Ziege Heiserkeit veranlaßte. Bedenkt man,

daß bei dieser Operation der Atlas aufgebrochen werden mußte, daß ein starker Blutverlust eintrat, daß gerade die Stelle des Rückenmarkes dem nachtheiligen Einflusse der Luft Preis gegeben wurde, welche nicht nur die Wurzeln des Beinerven, sondern auch die des Vagus abgiebt, und endlich daß die Ziege während der wohl ziemlich langwierigen Operation beständig schrie, so sieht man, daß die Heiserkeit sehr verschiedene Gründe haben konnte. Eben deßhalb führt es zu gar nichts, daß Morganti durch eine Vivisection am Esel die von Bischoff erhaltenen Resultate bestätigt[1]). Longet reizte die Wurzeln des Beinerven galvanisch und sah Bewegungen in der Stimmritze erfolgen, indeß fragt sich, ob er nicht eine zu starke Säule anwendete, was bei dem unmittelbaren Beisammenliegen der Wurzeln des zehnten und eilften Paares leicht Anlaß zum Ueberspringen der Elektricität geben konnte. Ich habe in zahlreichen Versuchen, in welchen mein trefflicher Freund Bidder assistirte, immer nur durch Reizung des Vagus und nie durch Reizung des Accessorius die Stimmmuskeln bewegen können. Auch einen andern Versuch Longet's halte ich nicht für entscheidend. Er durchschnitt bei einem lebenden Hunde die Wurzeln des Beinerven erst auf der rechten Seite, womit starke Heiserkeit eintrat, dann auf der linken, wodurch indeß keine vollkommne Aphonie erzielt werden konnte. Nun wurde durch Trennung der Membrana thyreohyoidea die Stimmritze frei gelegt und es zeigte sich, daß die rechte Seite derselben vollständig, die linke dagegen nicht vollständig paralysirt war. Die anatomische Untersuchung ergab, daß die Nervenwurzeln zwar auf der rechten, nicht aber auf der linken Seite vollständig durchschnitten waren. Schon vor Longet habe ich einen ähnlichen Versuch gemacht, welcher indeß ein ganz anderes Resultat gab. Bei einem Hunde, welchem das große und das kleine Gehirn genommen war, bestanden die Athembewegungen fort, und somit auch die rhythmischen Bewegungen der Stimmritze. Als ich die Vagus-Wurzeln auf einer Seite durchschnitt, entstand Paralyse der Kehlkopfmuskeln der gleichnamigen Seite, und als ich nachträglich auch die Wurzeln der andern Seite trennte, cessirten die noch übrigen halbseitigen Bewegungen des Kehlkopfes plötzlich. Hieraus ergiebt sich, daß entweder Longet oder ich eine weiter greifende Störung veranlaßte, als wir beabsichtigten und daß einer von uns wider Willen neben dem Nerven, welchen er durchschnitt, auch den andern, durch Zerrung oder Druck (welcher letztere vom Blutgerinnseln abhängen konnte) außer Thätigkeit setzte. Unzweideutig sind dagegen Versuche, wo ich nach Enthirnung von Hunden die Wurzeln des Beinerven vollständig durchschnitt, und wo die Bewegung des Kehlkopfes ungestört fortdauerte[2]). Es ist klar, daß diese Bewegung hätte aufhören müssen, wenn der Beinerv ihr Vermittler wäre. Nun bleibt zwar möglich, daß der Kehlkopf von verschiedenen Nerven motorische Fasern erhalte; indeß habe ich zu viele und zu genaue Versuche angestellt, um dies wahrscheinlich zu finden; auch erhielten van Kempen und Stilling dieselben negativen Resultate.

Wenn ich früher nach Reizung des eilften Paares Herzbewegungen entstehen sah (Müller's Archiv, 1840. S. 498) so muß ich jetzt dahin gestellt

---

[1]) Schmidt's Jahrbücher der gesammten Med. 1844. B. 42. S. 280.

[2]) Diese Versuche sind nicht dieselben, welche ich in Müller's Archiv 1840. S. 501. beschrieben habe. In diesen zeigte die anatomische Untersuchung, daß nach Durchschneidung des Beinerven einzelne Würzelchen desselben unversehrt geblieben waren. In späteren Versuchen (vom 11ten April 1840) war dagegen die Durchschneidung vollkommen gelungen.

sein lassen, ob dies ein Effect des Reizes oder ein bloßer Zufall war, da ich mich mittlerweile überzeugt habe, daß derartige Versuche im höchsten Grade zweideutig sind (Müller's Archiv. 1842. S. 372). Dies erwähne ich hauptsächlich, weil mich Valentin als Gewährsmann aufführt, daß derBeinerv einen Einfluß auf die Bewegungen des Herzens habe.

Zwölftes Paar. Zungenfleischnerv (N. hypoglossus). Durchschneidung desselben erregt bei verschiedenen Thieren Schmerz, was indeß davon abhängen kann, daß er Fasern des Vagus und der Halsnerven in sich aufnimmt. Longet versichert, daß die Wurzeln des Hypoglossus nicht sensibel sind. Reizt man die Wurzeln des Nerven, so bewegen sich folgende Muskeln: Styloglossus, Hyoglossus, Genioglossus, Lingualis, Thyreohyoideus und nur in seltenen Fällen der Sternohyoideus. Hieraus ergiebt sich, daß das zwölfte Paar fast ausschließlich den Bewegungen der Zunge vorsteht und weniger Einfluß auf die Halsmuskeln hat, als man nach der Gegenwart des R. descendens erwarten sollte. Ich habe anderwärts gezeigt, daß dieser absteigende Ast mehr den Halsnerven als dem Zungenfleischnerven angehört und daß sogar Fasern der ersteren in dem erwähnten Aste aufwärts steigen und sich zur Zunge begeben[1]). Ein Theil dieser aufsteigenden Fasern erwies sich als motorisch, indem man vom ersten und zweiten Halsnerven aus die Zunge bewegen konnte.

Ueber die Rückenmarksnerven enthalte ich mich im Einzeln zu handeln. Wir wissen, daß alle Spinalnerven gemischter Natur sind, und beurtheilen ihre Function nach ihrer Ausbreitung in Muskeln oder Häuten, worüber die anatomischen Handbücher oder Valentin's Lehrbuch der Physiologie (II. S. 631 und f.) verglichen werden können.

VII. Von dem sympathischen Nervensystem.

A. Anatomische Verhältnisse. In einem frühern Abschnitte, in welchem die Unabhängigkeit des sympathischen Nervensystems von den großen Nervenmassen bewiesen werden sollte, mußten die wichtigsten Structurverhältnisse desselben schon dargestellt werden; es bleibt nur noch übrig, über die Verbreitung der hierher gehörigen Nerven im Körper zu handeln.

Seit langer Zeit ist bekannt, daß der N. sympathicus sich nicht darauf beschränkt, die Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle mit Zweigen zu versorgen, sondern daß er mit den Gefäßen auch zu den übrigen Theilen des Körpers tritt und sich einigen Nerven peripherisch anschließt. Mikroskopische Untersuchungen belehrten mich, daß die Anastomosen des Sympathicus mit den Cerebrospinalnerven eins der wichtigsten Mittel sind, den sympathischen Fasern die weiteste Ausbreitung zu verschaffen[2]). Eine Menge Zweige des Sympathicus waren unbekannt geblieben, weil sie nicht einzeln, sondern in den Bahnen anderer Nerven versteckt verlaufen. Bidder und ich stellten uns die Aufgaben, nicht nur die Beständigkeit dieses Principes der Faservermischung zu untersuchen, sondern auch die proportionelle Menge der sympathischen Elemente, welche in den Nerven verschlossen liegen, wenigstens annäherungsweise zu bestimmen. Indem wir die Anastomosen, welche der N. sympathicus mit allen Cerebrospinalnerven (vielleicht die specifischen Sinnesnerven ausgenommen) eingeht, bei verschiedenen Thieren einer sorgfältigen Untersuchung unterwarfen, fanden wir, daß in allen diesen Anastomosen sich ein Theil der sympa-

---

[1]) Müller's Archiv. 1840. S. 501 und 512. [2]) Müller's Archiv. 1838. S. 274.

thischen Fasern peripherisch wendet. Aber es zeigte sich auch, daß die verschiedenen Nervenelemente, welche in solchen Anastomosen zusammenfließen, sich durch specifische Charaktere auszeichnen, und diese, soweit man nur die Fasern in dem neugebildeten Nerven verfolgen kann, beibehalten[1]). Worin die Eigenthümlichkeiten jeder Faserclasse bestehen, ist oben ausführlicher erörtert worden, nur in der Kürze werde wiederholt, daß sich die sympathischen Fasern durch doppelt bis dreifach geringere Durchmesser, durch größere Bläſſe, durch Mangel oder Undeutlichkeit der doppelten Contoure und durch die Abwesenheit eines krümlichen Inhaltes vor den Medullarfasern auszeichnen. In der Regel sind diese Unterschiede der beiden Faserarten in den Stämmen und Zweigen der Nerven überaus scharf markirt, doch kommen einzelne Nerven vor, in welchen die Differenz weniger hervortritt, und in allen Nerven verliert sich in den Endschlingen mehr oder weniger der Gegensatz im äußern Ansehn, indem die Medullarfasern hier dünner und bläſſer werden[2]).

Aus dem Gesagten ergiebt sich die Möglichkeit, die relative Menge der sympathischen Fasern in den Stämmen und Zweigen der Nerven zu bestimmen. Man breitet ein Bündelchen eines Nervenzweiges so auseinander, daß man möglichst viele Fasern einzeln sieht, und zählt dann mit Uebergehung aller unklaren und zweideutigen Stellen des Präparats, wie viel dünne, oder sympathische, und wie viel dicke, oder cerebrospinale, Fasern in ihm enthalten sind. Man wiederholt dann den Versuch an einem zweiten, dritten und folgenden Bündelchen, bis man eine so große Anzahl von Beobachtungen zusammen hat, daß man hoffen darf, es werden die Irrthümer, die in jeder einzelnen begangen wurden, in der ganzen Beobachtungsreihe sich ausgleichen.

Ein einsichtsvoller und unparteiischer Kritiker, Herr Kölliker, hat uns eingeworfen, daß derartige Zählungen unmöglich zu brauchbaren Resultaten führen könnten. Denn einerseits fänden sich zwischen den dünnen und dicken Fasern Uebergangsgrößen, welche die Zählung unsicher machten, andererseits gleiche sich, nach unseren eigenen Angaben, die Differenz der sympathischen und cerebrospinalen Fasern in den Endschlingen aus, was andeute, daß diese Differenz etwas Unwesentliches sei. Ich glaube, beide Einwürfe beseitigen zu können. — Anlangend die Uebergangsbildungen in den Fasern, so sind nur zwei Fälle möglich. Entweder dieselben kommen so selten vor, daß sie die Resultate der Zählungen nicht wesentlich ändern, dann können sie als ein Gleichgültiges übergangen werden, oder sie kommen häufig genug vor, um in die Resultate einzugreifen, dann müssen verschiedene Beobachter bei Zählungen an demselben Nerven verschiedene Proportionen erhalten. Ich habe daher einige der geachtetsten Anatomen ersucht, mich mit hierher gehörigen Beobachtungen zu unterstützen, und bin so glücklich gewesen, meinen Wunsch erfüllt zu sehen. Die nachfolgenden Tabellen werden beweisen, daß in den Angaben verschiedener Beobachter eine Uebereinstimmung stattfindet, welche jede Befürchtung subjectiver Täuschungen beseitigen muß. Ein paar specielle Beispiele sind folgende: D'Alton untersuchte, auf meine Bitte, den Nervenzweig zum extensor longus pedis beim Menschen und fand in 5 Beobachtungen im Ganzen 101 dicke

---

[1]) In Müller's Archiv 1838 tab. VIII. und besser in der Schrift: Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems tab. I. fig. 3. habe ich Anastomosen abgebildet, wo sich die Differenz der beiden sich mischenden Faserarten deutlich zu erkennen giebt.

[2]) Die Differenz der beiden Faserclassen ist auch nach den Thieren mehr oder weniger markirt. Z. B. bei den Säugern mehr als bei den Vögeln, sehr entschieden beim Menschen; dagegen recht wenig beim Kaninchen; u. s. w.

Fasern und 11 dünne; ich fand in demselben Zweige in 9 Beobachtungen 213 dicke und 21 dünne; in beiden Fällen betrug die proportionelle Menge der sympathischen Fasern 0,1. Ein Nerv zum Wadenmuskel des Grünspechtes enthielt nach D'Alton in 7 Untersuchungen 184 dicke und 32 dünne Fasern, ich dagegen fand in 6 Untersuchungen 74 dicke und 13 dünne, in beiden Fällen war die Proportion der dünnen Fäden 0,17. — D'Alton fand im ramus lingualis des Menschen in 12 Beobachtungen 145 dicke Fasern auf 92 dünne, E. H. Weber fand in demselben Zweige in 5 Beobachtungen 44 dicke Fasern auf 28 dünne; in beiden Fällen ist die proportionelle Menge der dünnen Fasern 0,64. — Ich fand im laryngeus sup. des Menschen in 6 Beobachtungen 56 dicke Fasern auf 4 dünne und Ed. Weber fand in 6 Beobachtungen 82 dicke Fasern auf 6 dünne; in beiden Beobachtungen ist die relative Menge der sympathischen Fasern = 0,07 u. s. w.[1])

Was den zweiten Einwurf anlangt, daß die von uns aufgestellten beiden Faserclassen in den Endschlingen nicht mehr hinreichend unterscheidbar wären, so weiß ich aus diesem Umstande nichts abzuleiten, als daß man in den Endschlingen die Zählungen nicht zu unternehmen habe. Auf keinen Fall kann ich zugeben, daß jene Verwischung der äußeren Merkmale der Differenz die Identität der Fasern beweise. Denn die Verschiedenheit der Fasern kann neben der äußern Seite auch eine innere haben, und die eine kann als ein Gleichgültiges verschwinden, während die andere als ein Wesentliches erhalten wird. Die Medullarfasern sind aber nicht darum etwas anders, als die sympathischen, weil sie breiter sind, als diese, sondern darum, weil sie anderen Zwecken dienen, und nur beiläufig sind sie breiter, nicht immer, aber meistens.

Bidder und ich haben uns an die äußeren Merkmale der Fasern gehalten, wo sie deutlich genug vorlagen, und haben versucht, mit Hülfe dieses Aeußern Blicke in das Innere zu thun. Wir haben nach der oben angegebenen Methode Zählungen der Fasern veranstaltet, und sind auf Gesetzlichkeiten in der Faservermischung gestoßen, welche Alles das zu bestätigen scheinen, was von einer specifischen Differenz der beiden Faserarten in einem frühern Abschnitte ausgesagt wurde (II. E.).

Zunächst findet sich, daß in dem Mischungsverhältnisse der Fasern enorme Verschiedenheiten vorkommen. In einigen Nerven findet sich unter 10 dicken Fasern nur eine dünne, in anderen unter 100 und mehr feinen Fasern nur eine dicke. Die Proportion der dünnen Fasern zu den dicken verändert sich also um das Tausendfache. Mit Bezug auf diese außerordentlichen Schwankungen in der relativen Menge der feinen Fasern ist ferner merkwürdig, daß die Mischungsverschiedenheit in analogen Nerven desselben Thieres, ja sogar in analogen Nerven verschiedener Thiere überaus gering sind. Wir fanden mit Hülfe der Zählungen folgende Gesetze[2]). 1) Die Nerven, welche zu willkürlichen Muskeln gehen, gleichviel ob sensible oder motorische, enthalten überaus wenig dünne Fasern, durchschnittlich etwa 10 Proc. 2) Die Nerven,

[1]) Im Grunde hat Kölliker selbst bewiesen, daß Zählungen der dünnen und dicken Fasern trotz der Uebergangsgrößen ausführbar sind. Kölliker bestätigt nämlich den von uns aufgestellten Satz, daß bei den Fröschen fast alle Fasern des sympathischen Verbindungsastes im Spinalganglion, nicht aber im Rückenmarke entspringen. Diese Behauptung stützt sich aber auf die durch Zählungen gewonnene Ueberzeugung, daß die Wurzeln der Spinalnerven viel weniger feine Fasern enthalten, als zur Deckung der unterhalb des Ganglions vorkommenden feinen Fäden erforderlich sind.

[2]) Die Selbstständigkeit des sympath. Nervensystems. S. 66.

welche zu den unwillkürlichen Muskeln gehen, enthalten, gleichviel ob sie vom Sympathicus oder von Cerebrospinalnerven herstammen, ein enormes Uebergewicht dünner Fasern, im Allgemeinen wohl 100 dünne auf eine dicke; 3) die Nerven der Hautbedeckungen enthalten immer sehr viel feine Fasern, im Allgemeinen ebenso viel als dicke. 4) Die sensibeln Nerven zu den Schleimhäuten enthalten in der Regel ungemein viel symp. Fasern, nicht selten 5, ja 20 mal mehr als dicke. 5) Die Nerven derjenigen Schleimhäute, welche im gesunden Leben wenig oder kein Gefühl haben, enthalten fast nur dünne Fasern.

Von diesen Gesetzen hat Kölliker das 2te und 5te anerkannt, die übrigen als unzuverlässig nach unseren eigenen Beobachtungen verworfen. Dies beruht nur auf Mißverständnissen. Neue Untersuchungen, welche ich über diese Verhältnisse in einem weit größern Maßstabe als früher angestellt, bestätigen im Wesentlichen die ersten Angaben und zeigen die Absichten, welche die Natur bei der Mischung der Nerven verfolgte, noch mehr im Feinen.

Zum Verständniß der folgenden Tabellen sind nur wenige Worte nöthig. Die in den Columnen befindlichen Zahlen zeigen die Menge der feinen Fasern eines Nerven im Verhältniß zur angenommenen Einheit der dicken an. Jede solche Zahl beruht, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, auf mehr oder weniger zahlreichen Zählungen. Stehen in einer Columne 2 Zahlen neben einander und durch einen Strich — (bis) verbunden, so deutet dies auf eine Schwankung, welche durch eine doppelte Reihe von Beobachtungen ermittelt wurde. Diese doppelte Beobachtungsreihe wurde dann entweder an 2 Individuen gleicher Art angestellt, oder in verschiedenen Unterabtheilungen derjenigen Nerven, welche in der Columne der Kürze wegen zusammengefaßt sind. In der Columne: Nerven der Augenmuskeln heißt 0,13 —0,25, daß ich in einem motorischen Augennerv $^{13}/_{100}$, in einem andern $^{25}/_{100}$ feine Fasern abzählte. Die vorletzte Querreihe jeder Tabelle verzeichnet den Umfang der Schwankungen, welche sich bei Untersuchung analoger Nerven durch verschiedene Beobachter und bei verschiedenen Thieren herausstellte. Die Zahl 100,0 ist zwar überall, wo sie vorkommt, nur eine ungefähre und beruht nicht auf vollständigen Zählungen, sondern Schätzungen, doch glaube ich dafür stehen zu können, daß sie das Quantum der dünnen Fasern eher unterschätzt als überschätzt. In nicht weniger Fällen wurden ausschließlich dünne Fasern bemerkt, wo ich die Zahl 100,0 aufzeichnete, weil ich in anderen Fällen einige dicke Fasern wahrgenommen hatte. Nur wo es nie gelang, dicke Fasern zu entdecken, ist dies durch das Zeichen der unendlichen Menge ∞ angedeutet. — Die letzte Querreihe nennt die mittlere proportionelle Menge der feinen Fasern, die sich in analogen Nerven verschiedener Thiere vorfindet. Diese mittlere Menge wurde dadurch bestimmt, daß ich sämmtliche Zahlen einer Längencolumne zusammenaddirte und mit der Zahl der Beobachtungen (wobei Fälle, wie obiger 0,13 — 0,25 für zwei Beobachtungen gelten mußten) dividirte. Zur ungefähren Einsicht in die Mischungsverhältnisse hielt ich diese Angabe der mittleren Mengen der feinen Fasern für brauchbar, obschon ich selbst auf diese Zahlen kein großes Gewicht lege. Ein Fragezeichen ist hinter den Ziffern in solchen Fällen angebracht, wo entweder die Gegenwart von Uebergangsfasern, oder Unvollkommenheit der Präparate die Zählungen schwierig machten.

Tabelle

über die proportionelle Menge der sympathischen Fasern in Hautnerven.

Beobachtung.	A. Wesentlich sensible. a. an harten Theilen anliegend.		A. b. in weichen Häuten ausgebreitet. α. Häute mit Schweiß- und Fettdrüsen.		A. b. β. Häute mit Schleimdrüsen.			B. Nur pathologisch sensible.		Beobachter.
	Schnabel-nerv.	Nerven der Zahn-säckchen.	nackt oder mit Haaren bedeckt.	mit Federn bedeckt.	R. lingualis.	Laryngeus sup.	R. nasalis.	unempfindliche Schleimhaut.	pia mater.	
Mensch	—	0,33 ?	1,1	—	1,0	1,8	—	100,0	∞	Volkmann.
idem	—	0,33 ?	1,56	—	0,64	1,7	—	—	—	D'Alton.
idem	—	—	1,3	—	0,64	2,1	—	—	—	E. H. und E. Weber.
Kalb	—	0,10 ?	1,1	—	1,0 ?	2,5	6,0 — 25,0	100,0	∞	Bidder und Volkmann.
Katze	—	0,11	1,0	—	1,0	2,0	—	—	—	Volkmann.
Hund	—	0,26	1,0 — 1,33	—	1,0 ?	2,0	1,0 — 1,66	—	∞	Bidder und Volkmann.
Hund	—	—	0,8	—	1,3 ?	4,0	—	—	∞	Henle.
Hase	—	0,43 ?	1,8	—	1,0	1,8	—	—	—	Volkmann,
Henne	0,30	—	5,0	16,0	—	—	—	—	—	Bidder und Volkmann.
Truthenne	0,10	—	0,9	20,0	—	—	—	—	—	Volkmann.
Krähe	0,10	—	1,07	20,0—30,0	—	—	—	—	—	Bidder und Volkmann.
Ente	0,09	—	0,9	9,5	—	—	—	—	—	Bidder und Volkmann.
Grünspecht	—	—	0,94	9,4	—	—	—	—	—	Volkmann.
idem	—	—	0,64	12,6	—	—	—	—	—	D'Alton.
Goldammer	—	—	1,9 ?	—	—	—	—	—	—	Frey und R. Wagner.
Schildkröte	—	—	0,85	—	—	—	—	100,0	—	Volkmann.
Frosch	—	—	1,0 ?	—	—	—	1,0	100,0	—	Bidder und Volkmann.
Umfang der Schwankung.	0,09—0,30	0,10—0,43	0,8—5,0	9,4 — 30,0	0,64 — 1,3	1,7 — 4,0	1,0 — 25,0	?	—	
Mittlere Proportion.	0,15	0,26	1,29	14,6	0,94	2,2	7,03	100,0	∞	

Tabelle
über die proportionelle Menge der sympathischen Fasern in Muskelnerven.

Beobachtung.	A. Motorische oder gemischte Aeste. a. unwillkürlicher Muskeln.		A. b. willkürlicher Muskeln.							B. Sensible.	Beobachter.
	Magen	Herz.	Vordere Extremität.	Hintere Extremität	Zwerchfell.	Augenmuskeln.	Stimmorgan.	Beißmuskel.	Zungenfleischmuskel.	Aeste des par V. zu Augenmuskeln.	
Mensch	100,0	—	0,14—0,33	0,10	0,12—0,19	0,11	0,07	—	0,14	—	Volkmann.
idem	—	—	0,13	0,11	0,14	0,12	0,11	—	0,14	—	D'Alton.
idem	—	—	0,23	—	0,25	—	0,07	—	0,09	—	E. H. und E. Weber.
Katze	100,0	∞	0,24	—	0,11	0,13—0,25	0,12—0,13	0,16	0,06	—	Volkmann.
Hund	100,0	∞	0,19	0,29	0,10	0,15	0,15—0,17	0,34	0,15	—	Volkmann.
Hund	—	—	0,15	—	0,12	0,34	—	0,34	—	—	Henle.
Kalb	—	—	—	—	—	0,27	0,10	—	0,22 ?	0,12	Bidder und Volkmann.
Hase	—	—	0,09	0,17	0,09	0,36—0,37	0,10—0,24	—	0,04	—	Volkmann.
Kaninchen	—	—	0,12	0,14	—	—	—	—	—	—	Hüttenheim.
idem	—	—	0,1 — 0,2	—	0,05	—	—	—	—	—	Frey und R. Wagner.
idem	—	—	0,23	—	—	—	—	—	0,04 ?	—	Volkmann.
Grünspecht	—	—	0,09	0,17	—	—	—	—	0,38	—	D'Alton.
idem	—	—	0,10	0,17	—	—	—	—	0,21	—	Volkmann.
Krähe	—	—	0,16	—	—	0,18	0,10	—	—	—	Volkmann.
Henne	100,0	—	—	—	—	0,40	0,18	—	0,27	—	Volkmann.
Goldammer	—	—	0,09—0,14	—	—	—	—	—	—	—	Frey und R. Wagner.
Schildkröte	—	—	0,10	0,09	—	—	—	0 12	0,15	—	Volkmann.
Frosch	—	∞	0,10 ?	0,12	—	—	—	—	0,15	—	Volkmann.
idem	—	—	—	0,1	—	—	—	—	0'2	—	Frey und R. Wagner.
Umfang der Schwankung.	?	?	0,09—0,33	0,09—0,29	0,05—0,25	0,11 – 0,40	0,07—0,24	0,12—0,34	0,04 – 0,38	?	
Mittlere Proportion.	100,0	∞	0,14	0,14	0,13	0,24	0,13	0,25	0,16	0,12	

Aus vorstehenden Tabellen ergiebt sich, daß die Mischungsverhältnisse der dicken und dünnen Fasern durch Ursachen bestimmt werden, welche mit den Functionen der Nerven in unzertrennlicher Verbindung sind. Die gewonnenen Erfahrungen lehren, daß die proportionelle Menge der sympathischen Fasern in den verschiedenen Nerven die außerordentlichsten Schwankungen erfahren kann, denn wir finden die Ziffer, welche diese Menge ausdrückt, bald in den Zehnteln (1), bald in den Einern, bald in den Zehnern, bald in den Hunderten (100,0), ganz abstrahirt davon, daß in einigen Nervenzweigen die feinen Fasern ausschließlich vorkommen.

Für alle unwillkürlichen Muskeln steht die Ziffer der proportionellen Menge in den Hunderten, für alle willkürlichen dagegen in den Zehnteln. Warum findet sich die Ziffer nie in den Einern und Zehnern, wie in den Hautnerven so oft, warum ist sie an die Stelle 0,1 so fest gebunden, daß sie sich nicht einmal den Einern nähert? Denn wir haben in 71 Beobachtungsreihen nur einen Fall, wo sich die Ziffer bis auf 0,40 erhebt!

Viel größere Schwankungen finden sich in der Mischung der Hautnerven, was damit zusammenhängen mag, daß die Häute sich functionell wohl viel mehr unterscheiden und sondern, als die Muskeln. Aber auch diese Schwankungen sind nicht regellos, sondern Nerven, welche zu analogen Theilen gehen, zeigen analoge Mischungsverhältnisse. Wir finden die Ziffer der proportionellen Menge in den Zehnteln, für diejenigen Nerven, welche mit den sensibeln Häuten, denen sie angehören, an harten Theilen anliegen; wir finden sie in den Einern für alle Nerven, welche sich in weichen Häuten ausbreiten, die befiederte Haut der Vögel ausgenommen, und wir finden sie endlich in den Zehnern für diese letzteren. Die Nerven, welche zu den sensibeln Schleimhäuten gehen, enthalten wieder mehr feine Fasern, als die, welche sich zur äußern Haut begeben, doch ist dieser Unterschied etwas geringer, als Bidder und ich früher vermutheten; jedenfalls ändert sich hier der Werth der Ziffer nicht um eine Decimale.

Wenn man die Muskel- und Hautnerven mit Bezug auf ihren Reichthum an feinen Fasern einem Census unterwirft und sie hiernach in vier Classen theilt, nämlich in solche, welche 0 — 0,9, 1,0 — 9,9, 10 — 99 und endlich 100 und mehr sympathische Fasern auf eine cerebrospinale besitzen, so findet sich, daß mit seltenen und meistens unbedeutenden Ausnahmen in jede Classe bestimmte Nerven kommen. Bei dieser Vertheilung ist der Wille der Natur so unbeugsam, daß Zweige desselben Nervenstammes in verschiedene Classen geworfen werden, wenn die Beschaffenheit der Organe, in welchen sie sich ausbreiten, eine derartige Classification in Anspruch nimmt. Der N. trigeminus, und mehr noch der N. vagus liefern hiezu die auffallendsten Belege. So finden wir die Vaguszweige zu den willkürlichen Muskeln des Stimmorgans, des Schlundes und der Fischkiemen in der untersten Classe (der Zehntel), die Zweige zur sensibeln Haut des Kehlkopfes in der zweiten Classe, die Zweige zur Speiseröhre und zum Magen in der vierten, während Vaguszweige in der dritten Classe ganz fehlen. Warum? Ich glaube, man kann ohne Vorwitz behaupten, gäbe der Vagus der Vögel Aeste an die Haut ab, so würde die dritte Classe nicht fehlen [1]).

---

[1]) Daß durch die Mischungsverhältnisse der dicken und dünnen Nervenfasern bestimmte Gesetze hindurchleuchten, dürfte nach dem Mitgetheilten wohl nicht mehr zu leugnen sein. Purkinje schrieb hierüber an mich: Auf die Bestimmung des Verhältnisses der dünnen und dicken Nervenfasern lege ich einen großen Werth. Messun-

Da die Stämme der Cerebrospinalnerven ihre Zweige an die verschiedenartigsten Organe schicken und für jedes die erforderlichen Elemente enthalten müssen, so wird man im Voraus nicht erwarten, daß die proportionelle Menge der feinen Fasern in diesen bestimmten Gesetzen folge. Der Stamm des Vagus ist überaus reich an feinen Fasern, der Stamm des Trigeminus weniger, der des Hypoglossus ist arm an solchen. — Auch in den Nervenzweigen, welche zu den Drüsen gehen, ist die Menge der sympathischen Fasern sehr verschieden, doch scheint sie durchgängig noch bedeutender, als in den Hautnerven der Säuger zu sein. So fand sie R. Wagner sehr bedeutend im R. lacrymalis. d'Alton und ich fanden in einem Zweige, welcher sich in der Thränendrüse ausbreitete, wohl 10mal mehr feine Fasern als dicke, und in einigen Zweigen zur Brustdrüse des Weibes wenigstens doppelt so viel.

In den sympathischen Nerven ist das Mischungsverhältniß nicht mit Genauigkeit anzugeben, weil die gar zu zahlreichen feinen Fasern, welche bündelweise beisammen liegen und sich sehr schwer durch die Präparation vereinzeln lassen, die Zählungen unmöglich macht. Ich kann nur bemerken, daß in den Verbindungsästen des Sympathicus mit den Spinalnerven im Grenzstrange und in den Zweigen des Lungen- und Magengeflechtes die Medullarfasern mit Leichtigkeit nachweisbar sind. Dagegen habe ich in anderen sympathischen Zweigen, namentlich in den kleineren, oft vergeblich nach dicken Fasern gesucht. Purkinje hat in einer zu wenig bekannt gewordenen Abhandlung gezeigt, daß zahlreiche Theile des Körpers reiche Netze von Nerven enthalten, deren Fäden um das Doppelte bis Dreifache dünner sind, als die Medullarfasern [1]). Hierher gehören zunächst die Nerven der pia mater des Gehirns und Rückenmarkes. Aehnliche Netze finden sich in der fibrösen Haut, welche den Rückenmarkskanal auskleidet, in der Beinhaut der Knochen, in der Hornhaut und in den Wandungen vieler Arterien und Venen, besonders der Vena magna Galeni und der Wundernetze bei Wiederkäuern. Alle diese dünnfaserigen Nerven rechnet Purkinje zu den sympathischen, worin ich ihm beizustimmen geneigt bin [2])

Hinsichtlich des Ursprunges der sympathischen Nerven bleibt die Frage übrig, inwieweit neben den Ganglien auch die Centralorgane als Ursprungsstellen gelten können. In allen Nervenwurzeln finden sich sympathische Fäden, welche mit dem Rückenmarke oder resp. Gehirne zusammenhängen. Will man dies Entspringen nennen, so wäre hiermit die Frage schon beantwortet, und es ließe sich nur etwa hinzufügen, daß bei den warmblütigen Thieren derartige Ur-

---

gen und Zählungen sind für die Mikrotomie dasselbe, was Gewichte für die Chemie; nur auf solche Weise werden wir hier wie dort zu gesetzlichen Reihen gelangen und die pythagoräischen Zahlen ergründen, in denen sich die Harmonien der großen Natur bewegen.

[1]) Die schon 1839 in polnischer Sprache gedruckte Arbeit wird das Archiv von Joh. Müller nächstens in einer Uebersetzung mittheilen.

[2]) Auch in der Arachnoidea des Kalbes und Schöpses fand ich reiche Netze feiner Fasern, welche ich für sympathische halten möchte, doch ist hier, wie in den oben erwähnten Fällen, ein entscheidendes Urtheil nicht wohl möglich, da auch die Nerven der sensibeln Haut in ihren peripherischen Enden äußerst fein sind. Ein geübtes Auge wird indeß einen Unterschied im Habitus der feinen Nervenfasern in den von Purkinje und mir untersuchten Häuten und in der äußern Haut gewiß nicht verkennen. Anlangend die Arachnoidea des Kalbes, so sind deren feine Fasern bestimmt sympathische, denn sie stammen aus Zweigen her, welche sich mit der Wurzel des N. oculomotorius verbinden, und in dieser nicht einen centralen, sondern peripherischen Verlauf nehmen. Die feinen Fasern der pia mater des Rückenmarkes entspringen, wie schon oben bemerkt wurde, nicht aus den Wurzeln der Spinalnerven, ein Umstand, der sehr stark für ihre sympathische Natur spricht.

sprünge von den Centralorganen sich weit häufiger finden, als bei den Amphibien. Man kann indeß unter Ursprung des Nerven auch diejenige Stelle eines Centralorgans verstehen, wo der Nerv die Grundbedingungen seiner Thätigkeit findet. Ob ein Theil der sympathischen Nerven in diesem Sinne vom Gehirn und Rückenmarke entspringe, ist auf anatomischem Gebiete nicht zu entscheiden, und das Wenige, was sich überhaupt hierüber sagen läßt, ist in späteren Abschnitten zu entwickeln.

Während die Untersuchungen mit Messer und Loupe uns über die physiologische Bedeutung der Fasern, welche zwischen den großen Nervenmassen und dem Sympathicus hin und her gehen, natürlich gar nichts aussagen, ja nicht einmal den Gang der Faserzüge in seiner Continuität verfolgen können, so geben physiologische und pathologische Erfahrungen hierüber einige Andeutungen. Gewöhnlich verbinden sich Affectionen höher nach oben liegender Spinalnerven mit Wirkungen in weiter nach unten liegenden Eingeweiden, z. B. krankhafte Zustände der Leber mit Schmerzen in der Schulter, und man darf hieraus schließen, daß die zwischen den Centralorganen und den Eingeweiden intercurrirenden Fasern im Allgemeinen eine Neigung haben müssen, im Grenzstrange des Sympathicus, nach ihrem Eintritte vom Spinalnerven her, eine Strecke nach unten oder hinten zulaufen, bevor sie zu den Brust- und Baucheingeweiden seitlich austreten. J. Müller erwarb sich das Verdienst, auf jene Erfahrungen aufmerksam zu machen, und knüpfte mit Vorsicht hieran die erwähnten Vermuthungen über den Lauf der Faser [1]). Valentin stempelte diese Vermuthungen über den Fasergang zu einem Gesetze, welches er lex progressus nannte. Er sagt: »Im Allgemeinen folgt aber aus diesem Verhältniß, daß die wesentliche Eigenthümlichkeit (des Brusttheils, des Bauchtheils, des Schwanztheils und zum Theil des Halstheils, weniger eines Theils des Halstheils und des Kopftheils) des sympathischen Nerven darin besteht, daß seine Aeste mehr oder minder weit nach hinten (bei den Menschen nach unten) ausstrahlen, als die Rückenmarksnerven, aus welchen sie hervorgehen, entspringen. Man nennt dieses Gesetz das des Fortschrittes oder Vorsprungsgesetz, lex progressus“[2]). Ein solches Gesetz existirt aber nicht, wie Bidder und ich nachgewiesen haben, indem mikroskopische Beobachtungen lehren, daß die sogenannten Wurzeln des Sympathicus, d. h. die von den Spinalnerven zum Grenzstrange gehenden Verbindungszweige, sehr häufig ihre Fasern nicht gegen die Beckenseite des letztern, sondern nach der Kopfseite hin-

---

[1]) Johannes Müller, Physiologie. 3te Auflage. Seite 674.

[2]) Valentin versichert, um unsere Einwürfe zurückzuweisen, daß er bei Aufstellung seiner lex progressus die Richtung der Fasern nach unten nie als wesentlich betrachtet habe. Ich kann vielleicht nicht beweisen, daß Valentin dies meinte, aber klar ist, daß er dies sagte. — Uebrigens erschloß Valentin den Fasergang aus physiologischen Experimenten und pathologischen Beobachtungen, und stützt sich dabei auf Fälle, wo der gereizte Spinalnerv seine Effecte in tiefer liegenden Partien des Sympathicus geltend macht (de funct. nerv. §. 147 etc.); er giebt den Verlauf der Hirn- und Rückenmarksnerven zu den Eingeweiden im Einzelnen an und weis't für jeden nach, wie diejenigen Fasern, welche an der Bildung des Sympathicus Antheil haben, in tiefer liegenden Partien der Eingeweide zur Ausbreitung kommen (ibid. §. 147), und giebt endlich in seiner Ausgabe des Sömmerring, Fig. 8 eine schematische Abbildung, nach welcher alle Rückenmarksfasern, welche in den Sympathicus treten, im Grenzstrange wiederum nach unten oder hinten verlaufen. Hiernach ist auffallend, daß Valentin etwas Anderes meinte, als wir ihn meinen ließen; jedenfalls hat er nicht Ursache, sich über unsere Mißdeutungen zu beschweren (Repertorium VII, Seite 395).

senden (a. a. O. §. 35 u. f.). Neuerlich interpretirt Valentin sein Fortschrittsgesetz in der Weise, daß die vom Rückenmarke herstammenden Fasern bei ihrem Eintritt in den Grenzstrang immer erst ein Stück in diesem (gleichviel ob abwärts oder aufwärts) verlaufen müßten, um an einer entferntern Stelle zur Ausbreitung zu kommen. Auch dies ist nicht gesetzlich, vielmehr beobachtete ich an Testudo tabulata einen Fall, wo die nach früheren Hypothesen vom Rückenmarke kommende Wurzel sich beim Eintritt in das Ganglion des Grenzstranges in 3 Bündel theilte. Das eine ging nach dem Kopfe, das zweite nach dem Becken, das dritte trat in einen Nervenzweig, welcher von dem hintern Rande des Ganglions zu den Eingeweiden ging.

B. Empfindungsvermögen der sympathischen Nerven.

Die Streitfrage, ob der Sympathicus Empfindungen zu vermitteln vermöge oder nicht, wird, wie E. H. Weber richtig bemerkt, durch die Schmerzen kranker Eingeweide vollkommen entschieden, und die Wissenschaft bedarf in diesem Bezuge der experimentellen Beweise nicht.

Gleichwohl haben die Experimente über die Sensibilität des Sympathicus entschiedenes Interesse. Bichat, Wutzer, Lobstein, Magendie und Dupuy sahen bei Durchschneidung und anderweiter heftiger Reizung der sympathischen Nerven wenige oder keine Schmerzenszeichen; dagegen bemerkten Joh. Müller, Meyer, Valentin, Brachet, Flourens und Longet unverkennbare Zeichen der Sensibilität. Ich kann nicht zugeben, daß die negativen Angaben der Ersteren durch die positiven Erfahrungen der Letzteren alle Bedeutung verlören. Die Beobachter, welche bei ihren Vivisectionen den Sympathicus sensibel fanden, geben zum Theil ausdrücklich an, daß die Empfindung der sympathischen Zweige weniger lebhaft sei, als die der Cerebrospinalnerven, so Joh. Müller, Valentin und Longet. Ferner gestehen dieselben ein, daß die Zeichen der Sensibilität nicht bei Reizung jedes sympathischen Zweiges mit gleicher Deutlichkeit auftreten, und es ergiebt sich aus ihren Versuchen, daß unzweideutige Schmerzenszeichen hauptsächlich nur bei Reizung der Verbindungsstränge des Sympathicus und der größeren Ganglien entstehen, während Schneiden und Stechen im Parenchym der vegetativen Organe sehr häufig ohne Erfolg bleibt. Drittens geben mehre von den Verfechtern der Sensibilität des Sympathicus, und namentlich Brachet, Longet und Valentin, an, daß auf den Sympathicus angebrachte Reize nicht augenblicklich, sondern erst nach einiger Zeit auf die Sensibilität wirken, und Brachet glaubt sogar bemerkt zu haben, daß Reizung der Ganglien erst dann Schmerzen errege, nachdem diese sich geröthet haben.

Obschon Weber sehr mit Recht die krankhaften Schmerzen zur Controle der Vivisectionen benutzte, so müssen wir doch, um das Empfindungsvermögen des Sympathicus richtig zu beurtheilen, von den Verhältnissen des gesunden Lebens ausgehen. Wir erhalten von den wechselnden Zuständen der vegetativen Organe keine Notiz. Ob sich die organischen Muskeln bewegen oder ruhen, ob die Absonderungsorgane viel oder wenig ausscheiden, ob die Gallenblase voll oder leer sei, von dem Allen wird nichts wahrgenommen. Während nach kräftiger Bewegung ein Gefühl von Müdigkeit in den willkürlichen Muskeln entsteht, empfinden wir nach dem heftigsten Herzklopfen nichts Aehnliches, das Gefühl der Ermüdung ist den organischen Muskeln fremd. Wenn wir einen harten und scharfkantigen Bissen (einen Pflaumenkern) verschlucken, so empfinden wir den unangenehmen Reiz am lebhaftesten auf der Zunge, undeut-

licher im Schlunde und im obern Theile der Speiseröhre, aber im Magen empfinden wir ihn gar nicht.

Die Sensibilität des Sympathicus einerseits und der Cerebrospinalnerven andererseits ist demnach auf das Wesentlichste unterschieden. Wir dürfen, wenn wir von pathologischen Lebensverhältnissen abstrahiren, behaupten, daß die Empfindlichkeit des erstern an das Minimum grenze [1]). Der teleologische Grund hiervon ist ziemlich deutlich. Der Zweck der Sensibilität ist überhaupt ein doppelter, sie ist einerseits ein Wächter des gesunden und ein Barometer des kranken Lebens, andererseits ein Bindeglied zwischen der Seele und der Außenwelt, durch welches der erstern ein Vorstellungsmaterial gegeben wird. Wäre der Sympathicus als Vermittler der Empfindung den Cerebrospinalnerven ganz gleichgestellt, so wären wir zwar um eine Anzahl Vorstellungen reicher, aber der hieraus entspringende Vortheil wäre unstreitig weit geringer gewesen, als der gleichzeitige Nachtheil einer Ueberladung des Sensoriums. Erregte jeder mechanische und chemische Reiz, jeder Wechsel der Zustände in den vegetativen Organen Sensationen, so würde sich das Bewußtsein in diesem Meere von Empfindungen ganz auflösen, jede Concentration der Aufmerksamkeit auf einen Punkt wäre unmöglich. Wie störend es für die Seelenthätigkeit sei, wenn im kranken Leben ihr Sensationen von vegetativen Organen zugeführt werden, ist bekannt.

Alle Untersuchungen über die Sensibilität des Sympathicus haben sich bis jetzt nur auf den Sympathicus der Handbücher bezogen, also auf einen gemischten Nerven. Wir wissen, daß dieser Nerv vom Gehirn und Rückenmarke Fasern erhält, und können der Analogie nach erwarten, daß diese wenigstens theilweise Empfindung vermittlen; viel interessanter ist die Frage, ob auch die specifischen Fasern des Sympathicus der Empfindung fähig sind. Ich bezweifle dies aus folgenden Gründen: 1) Die oben mitgetheilten anatomischen Untersuchungen haben gelehrt, daß die Menge der sympathischen Fasern gerade in den Theilen am größten ist, welche erfahrungsmäßig und in Folge teleologischer Bestimmung am wenigsten empfinden. Dies gilt mehr oder weniger von allen Organen des vegetativen Lebens, am entschiedensten aber von gewissen Häuten, wie pia mater, dura mater, tunica arachnoidea, Knochenhäute, Blutgefäße und Hornhaut. Schon der Umstand, daß diese Theile so äußerst selten und mehre derselben in vielen Thieren gewiß nie zum Empfinden kommen, muß Zweifel erregen, ob die außerordentlich reichen Netze feiner Nervenfasern, die sich in ihnen finden, sensibel sein sollten. Experimente an gesunden Thieren und chirurgische Beobachtungen bestätigen die Gefühllosigkeit jener Theile. Nach Bichat sind wenigstens die Knochenhäute, die Zellgewebmembranen und die Blutgefäße für äußere Reize nicht empfänglich, und die Unempfindlichkeit der letzteren bei Ligaturen wurde sogar von dem Begründer der allgemeinen Anatomie als ein Hauptbeweis der Unempfindlichkeit der organischen Nerven betrachtet. Auch nach meinen Versuchen muß ich die gesunden Gefäßwände für unempfindlich halten, denn das Einbinden des Hämadynamometers hat mir in mehr als hundert Fällen nicht einen deutlichen Beleg für Sensibilität der Arterien und Venen gegeben. — 2) Unsere anatomischen Untersuchungen lehren, daß ansehnliche Massen sympathischer Fasern in den Gang-

[1]) Da das gesunde und kranke Leben nur relativ verschieden sind, so versteht es sich von selbst, daß dieser Satz nur relative Geltung habe und daß in der Sphäre des Sympathicus Empfindungen vorkommen müssen, über deren physiologische oder pathologische Natur man zweifeln könne.

lien entspringen, für diese wenigstens ist höchst wahrscheinlich, daß sie der Sensibilität im gesunden Leben nicht theilhaftig sind. Solche Fasern müßten, um Empfindungen zu vermitteln, ihre Erregungszustände durch Querleitung auf solche Fasern übertragen, welche nicht im Ganglion endeten, sondern mittelbar oder unmittelbar mit dem Sensorium zusammenhingen, auf Fasern also, die wesentlich sensibel wären. Eine solche Uebertragung scheint aber unmöglich zu sein, da Erregung der vom Sympathicus versorgten Theile im Allgemeinen keine Reflexbewegungen auslös't. 3) Die Beweiskraft dieser negativen Resultate erstreckt sich aber nicht bloß auf die sympathischen Fasern, welche von den Ganglien entspringen, sondern mehr oder weniger auf alle. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß Fasern, welche im enthaupteten und narkotisirten Thiere eine so geringe Beziehung zum Rückenmarke zeigen, daß ihre Erregungszustände nicht einmal Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln vermitteln, im Stande sein sollten, durch Vermittlung desselben Rückenmarkes Sensationen zu bedingen. Es ist dies um so unwahrscheinlicher, als einige vom Sympathicus versorgte Theile in Folge äußerer Reize wirklich Reflexbewegungen hervorbringen, was doch wohl darauf beruht, daß gewissen sympathischen Zweigen mehr Rückenmarksfasern beigemischt sind, als anderen. 4) Wenn man die Cerebrospinalfasern eines Hautnerven mit Schonung der sympathischen Fasern durchschneidet, so geht die Sensibilität verloren, zum Beweis, daß die sympathischen Fasern nicht empfinden. Der merkwürdige Versuch ist am leichtesten am Frosche ausführbar. Der Sympathicus giebt bei diesem Thiere starke Verbindungsäste an die Schenkelnerven, deren Fasern sich fast ausschließlich peripherisch wenden und sich in ansehnlicher Menge zur Haut begeben. Durchschneidet man also die Schenkelnerven oberhalb ihrer Verbindung mit dem Sympathicus, so werden die sympathischen Fasern der Haut des Schenkels, welche durch den Verbindungsstrang hindurchsetzen, mit Ausnahme einiger wenigen nicht verletzt. Dessenungeachtet geht die Empfindung bei dieser Operation vollständig verloren [1]). Nicht unerwähnt bleibe, daß in Folge jener Operation auch die Möglichkeit verschwindet, vom Schenkel aus Reflexbewegungen hervorzurufen, wie ich mich an narkotisirten Fröschen auf das Vollständigste überzeugte. Diese Erfahrung ist darum besonders wichtig, weil gerade beim Frosche Reflexe vom Bauchtheile des Sympathicus aus in reichem Maße erzeugt werden können und weil die Verbindungsstränge dieser Partie, welche in die Cruralnerven peripherisch eindringen, absolut keine Medullarfasern enthalten. Also hier wenigstens bestätigt sich die im vorigen Punkte ausgesprochene Vermuthung, daß ein Unvermögen, auf willkürliche Muskeln zu reflectiren, und ein Mangel an Empfindlichkeit zusammenfalle, und daß Sensationen und Reflexe auf äußere Reize und in willkürlich motorischen Muskeln nur durch Vermittlung der Cerebrospinalfasern zu Stande kommen. 5) Man wird sich nach diesem Versuche auch der Experimente Magendie's erinnern, welcher zeigte, daß nach Durchschneidung des 5ten Nervenpaares in der Schädelhöhle alle Theile am Kopfe, welche von diesem Nerven aus versorgt werden, ihre Empfindlichkeit verlieren. Man wird sich ferner erinnern, daß nach derselben Operation die Hervorbringung reflectorischer Erscheinungen durch Rei-

---

[1]) Das Experiment fällt nie anders aus und würde die Kraft einer perfecten Demonstration haben, wenn nicht die Durchschneidung der Hüftnerven, welche vorhergehen muß, so heftige Schmerzen erregte, daß sie allenfalls schwache Empfindungen des nachfolgenden Reizversuches übertäuben könnten. Unbedingt beweis't aber der Versuch, daß die Sensibilität der dünnen Fasern eine sehr geringfügige ist.

zung des Auges, der Gesichtshaut, der Zunge u. s. w. unmöglich wird. Nun erhalten aber alle jene Theile Fasern vom Sympathicus, welche bei jener Operation nicht getrennt werden, und es reiht sich also die Beweiskraft dieser Versuche an die des vorigen.

Wenn Bidder und ich auf Grundlage anatomischer Untersuchungen die Vermuthung aussprachen, daß die specifischen Fasern des sympathischen Nervensystems der Empfindung nicht theilhaftig wären, so wiederhole ich jetzt diese Vermuthung auf Grundlage physiologischer Beobachtungen und Experimente. Besitzen die feinen Fasern ja das Vermögen zu empfinden, so muß es überaus stumpf sein.

Es fragt sich nun, wie die ausgebreiteten und heftigen Schmerzen erklärt werden sollen, welche im Bezirke des Sympathicus in Krankheiten vorkommen. Es ist mir nicht wahrscheinlich, daß die wenigen cerebrospinalen Fasern, welche den Zweigen dieses Nerven beigemischt sind, zur Erklärung ausreichen, um so weniger, da die heftigsten Schmerzen auch in den Knochen vorkommen, welche allem Anscheine nach ausschließlich sympathische Fasern erhalten. Ich vermuthe vielmehr, daß die sympathischen Nerven unter Umständen selbst sensibel werden, und zwar dadurch, daß sich zwischen ihnen und dem Sensorium eine Leitung herstellt, welche im gesunden Leben nicht vorhanden ist. Diese Hypothese hat nichts Gewagtes, weil Veränderung der Leitungsverhältnisse und namentlich Ueberspringen des Reizes auf andere Leiter, als ihm normal zukommen, sehr häufig bemerkt wird (III. E). Ist die Beobachtung Brachet's richtig, daß gewisse vom Sympathicus versorgte Theile erst dann Sensibilität zeigen, wenn in Folge wiederholter Reizung subinflammatorische Röthe entstanden, so hat die erwähnte Hypothese eine sehr sprechende Thatsache für sich.

Während die sensibeln Cerebrospinalnerven, welche dem Sympathicus beigemischt sind, wahrscheinlich nicht ausreichen, die pathologischen Schmerzen zu erklären, müssen sie ausreichen, die den Tasteindrücken analogen Empfindungen der Eingeweide zu vermitteln. Solche Fasern sind in äußerst geringer Menge den sympathischen Zweigen beigegeben; aus diesem Grunde dürften alle Arten von Tasteindrücken so stumpf sein, sie sind ferner in manchen Zweigen des Sympathicus häufiger als in anderen, vielleicht ist deßhalb die normale Sensibilität an manchen Punkten lebhafter als an anderen. Es wurde oben bemerkt, daß ein verschluckter Pflaumenkern im Magen nicht gefühlt wird, dagegen fühlen wir Eis, welches wir genießen, als etwas Kühles, und heiße Getränke als etwas Warmes. Diese Tastgefühle beziehe ich auf die sensibeln Fasern, welche in der Bahn des Vagus dem Magen zufließen. Aber nur das entschiedenste Vorurtheil könnte leugnen wollen, daß wir Eis und heiße Getränke im Magen mit ungleich geringerer Lebhaftigkeit fühlen, als auf der Zunge. Diese Stumpfheit des Gefühls beziehe ich auf die Seltenheit der Cerebrospinalnerven im Magen, welche sich den anatomischen Untersuchungen zufolge unter zahllosen sympathischen fast verlieren. Die Zulässigkeit dieser Betrachtung ergiebt sich aus früher mitgetheilten Erfahrungen, welche beweisen, daß die Intensität der Empfindung sich, unter übrigens gleichen Verhältnissen, wie die Summe der gereizten Empfindungsfasern verhalte.

Fast alle Beobachter, welche im Stande waren, durch äußere Reize Empfindungen im Gebiete des Sympathicus hervorzurufen, geben ausdrücklich an, daß solche Versuche nicht immer, am leichtesten aber dann gelingen, wenn man die Verbindungsstränge des Sympathicus und größere Ganglien, wie namentlich das ganglion coeliacum, reize. Auch dieses Verhältniß bestätigt die von mir aufgestellte Ansicht. Da die Verbindungsstränge die Bahnen abgeben, auf

welchen alle Cerebrospinalfasern dem Sympathicus zufließen, so liegen sie hier natürlich am dichtesten beisammen. Je weiter sie dagegen in den sympathischen Zweigen vorwärts dringen, um so mehr verlieren sie sich unter den Fasern ganglionären Ursprungs, welche zum Sensorium keine directe Beziehung haben. Große Ganglien werden wegen der Menge von Fasern, welche sie überhaupt in sich aufnehmen, auch häufiger eine gewisse Anzahl sensibler erhalten, besonders aber das ganglion coeliacum, welchem sehr wahrscheinlich Elemente des Vagus zufließen. Die größeren oder geringeren Grade der Empfindlichkeit, welche verschiedenen Partien des Sympathicus zukommen, führen uns auf einem Umwege zu dem Satze zurück, daß die sympathischen Fasern nicht empfinden. In der That hängt die Größe der Empfindlichkeit in den sympathischen Nerven von der proportionellen Menge der cerebrospinalen Elemente ab, die ihnen zugeführt werden, so müssen die specifischen Fasern des Sympathicus beim Ziehen der Summe für nichts zählen.

C. Motorisches Vermögen des sympathischen Nervensystems.

Wenn man sympathische Nerven oder noch besser das ganglion coeliacum eines frisch getödteten Thieres galvanisirt, so bewegen sich die Theile, welche sie mit Fasern versorgen, so gewöhnlich, so bald nach dem Reize, und so energisch, daß man dem Sympathicus ein motorisches Vermögen nicht absprechen kann, obschon man zugestehen muß, daß die meisten jener Versuche nicht die Schärfe haben, welche zu einem vollständigen Beweise erforderlich ist. Da nämlich die meisten Organe, mit welchen man experimentirt, auch ohne äußere Reize sich selbstständig bewegen, so kann man sich über das post hoc und propter hoc in jenen Experimenten überaus leicht täuschen. Dessenungeachtet, glaube ich, erleidet das motorische Vermögen des Sympathicus keinen Zweifel, und es kommt nur darauf an, es der Art nach genau kennen zu lernen.

Der bekannteste und merkwürdigste Umstand ist, daß die sympathischen Nerven dem Einflusse des Willens entzogen sind. Kein Muskel, welcher vom N. sympathicus mit Zweigen versorgt wird, ist willkürlicher Bewegungen fähig, selbst dann nicht, wenn letztere die Cerebrospinalfasern in ziemlicher Menge enthalten, wie in manchen Fällen die Nerven der Speiseröhre und des Magens. Dies konnte anzudeuten scheinen, daß die Einflußlosigkeit des Willens von der Structur der contractilen Theile viel mehr, als von der Eigenthümlichkeit der Nerven abhänge. Die geknoteten Fibern der willkürlichen Muskeln und die glatten der organischen könnten dieser Annahme das Wort sprechen, obschon das Herz mit seinen gestreiften Muskelfasern bereits eine unbequeme Ausnahme machen würde. Indeß läßt sich in einigen Fällen wenigstens mit Sicherheit nachweisen, daß die Einflußlosigkeit des Willens auf Muskeln von der Natur der Nerven abhänge. Ich kann beweisen, daß die sympathischen Fasern, auch wenn sie in willkürlich bewegliche Muskeln eindringen, zur Leitung des Willensreizes nicht befähigt sind. Hier entscheidet dasselbe Experiment, durch welches ich oben bewies, daß die sympathische Faser der Empfindung ermangelt. Wenn man die Cruralnerven des Frosches oberhalb ihrer Anastomose mit dem Sympathicus durchschneidet, so werden, wie schon bemerkt, die sympathischen Fasern nicht getrennt, und dennoch wird durch diese Operation das willkürliche Bewegungsvermögen des Schenkels aufgehoben. Dieser Versuch ist darum entscheidend, weil die unverletzten sympathischen Fäden in die willkürlichen Muskeln wirklich eindringen und nach den anatomischen Untersuchungen $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{3}$ der Nervenfasern ausmachen, die letz-

terem überhaupt zufließen. In gleicher Weise lähmt Durchschneidung des Oculomotorius in der Schädelhöhle die Augenmuskeln, Durchschneidung des Facialis die Gesichtsmuskeln, obschon ein ansehnlicher Theil der sympathischen Elemente beider Muskelnerven bei dieser Operation unverletzt bleibt.

Fast noch merkwürdiger war mir, daß Galvanisirung der in willkürliche Muskeln eindringenden sympathischen Zweige keine Bewegung veranlaßt. Der Versuch ist sehr leicht am Frosche auszuführen; man braucht nur die Verbindungsäste des Sympathicus mit den Cruralnerven in die galvanische Kette zu bringen. Es erfolgt weder Zuckung noch langsame Contraction, da doch ein Theil des Verbindungsstranges nachweislich in die Schenkelmuskeln eindringt. Auch am Kalbe läßt sich der Versuch bequem ausführen. Die sensibeln Aeste des Quintus geben ansehnliche Zweige an die Augenmuskeln, und wiederum enthalten diese Zweige über $1/_{10}$ sympathische Fasern, von welchen viele im ganglion Gasseri entstanden sein dürften, andere im Sympathicus selbst, da dieser mit dem Gasser'schen Knoten eine Anastomose bildet. Nun sollten durch Galvanisirung des erwähnten Knotens die Augenmuskeln bewegt werden, was indeß nicht der Fall ist. Auf weniger directem Wege kann man dasselbe an jedem decapitirten Thiere beweisen. Wenn man nämlich den Rückenmarkskanal öffnet und einige motorische Wurzeln durchschneidet, dann aber die Haut an einer geeigneten Stelle kneipt, so entstehen, so lange die Reizbarkeit anhält, Reflexbewegungen in allen Bewegungsorganen, nur dasjenige ausgenommen, dessen motorische Wurzeln man durchschnitten. Da auch in diesem Falle der Zusammenhang des unbeweglichen Gliedes mit dem übrigen Nervensysteme nur von Seiten der cerebrospinalen Fasern, nicht aber der sympathischen unterbrochen ist, so ergiebt sich aus dem Allen, daß die feinen Fasern, welche ich sympathische nenne, selbst bei den unwillkürlichen Bewegungen der willkürlichen Muskeln in keiner Weise betheiligt sind.

Indem es gegenwärtig meine Aufgabe ist, den Unterschied der sympathischen und cerebrospinalen Bewegungsnerven darzustellen, muß ich kürzlich darauf zurückkommen, daß die vom sympathischen Nervensystem versorgten Muskeln auch nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark sich selbstständig fortbewegen. Die Cerebrospinalnerven sind absolut unfähig, dasselbe zu leisten, sogar die Lymphherzen des Frosches, die doch dem Blutherzen in jeder Beziehung analog sind, hören nach Zerstörung des Rückenmarkes augenblicklich auf zu pulsiren. Dieser Unterschied kann nicht hoch genug angeschlagen werden, denn selbst wenn man die motorische Kraft des Sympathicus, welche im ausgeschnittenen Herzen z. B. Pulsationen veranlaßt, nur als eine vom Gehirn und Rückenmarke ausgegangene betrachten wollte, in welchem Falle sich der Sympathicus etwa wie eine Uhr verhalten würde, die von den Centralorganen aufgezogen werden müßte, so bleibt doch ein außerordentlicher Unterschied zwischen einer Uhr, die aufgezogen gehen kann, weil sie eine treibende Feder besitzt, und einer Uhr, deren Feder zerbrochen ist und welche nur geht, inwiefern man den Weiser mit dem Finger schiebt. Wie die letzteren verhalten sich nach Zerstörung der großen Nervenmassen alle Bewegungsorgane, welche von den Cerebrospinalnerven Zweige erhalten, sie bewegen sich nur in Folge äußerer Impulse.

Bestritten wurde von einigen Seiten die Befähigung des Sympathicus, reflectorische Bewegungen zu vermitteln. Ich selbst habe in einer meiner frühesten neurologischen Arbeiten (Müller's Archiv 1838, S. 28) das Reflexvermögen des Sympathicus in Frage gestellt, wobei ich mich indeß mit der

Vorsicht ausgedrückt habe, welche die geringe Anzahl meiner Versuche (ausschließlich an Fröschen) nothwendig machte. Seitdem hat Henle gezeigt, daß man durch leises Streichen am Darmkanal nicht nur eine örtliche Contraction, sondern eine mehr und mehr um sich greifende Bewegung vermitteln könne, und schon vor ihm hatte Müller darauf aufmerksam gemacht, wie das Herz bei örtlicher Berührung sich in allen seinen Theilen zusammenziehe. Solche um sich greifende Bewegungen, welche auch nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes durch locale Reize eingeleitet werden können, sind aber reflectorische Bewegungen, denn wäre kein Reflex vorhanden, so müßte sich die Bewegung auf die Stelle des Reizes beschränken. Eine gewisse Unklarheit, welche über den sympathischen Reflexbewegungen noch schwebt, dürfte schwinden, wenn ich zeige, daß in den organischen Muskeln zwei wesentlich verschiedene Arten von Bewegungen vorkommen, welche sich wie einfache Reizbewegungen und Reflexbewegungen gegenüberstehen.

Wenn man ein frisch ausgeschnittenes Herz, welches langsam pulsirt, durch einen Nadelstich reizt, so entsteht, fast gleichzeitig mit der Reizung, eine Systole, auch wann, den Zeitverhältnissen nach, eine Pause erwartet werden dürfte. Eine solche Systole, welche offenbar durch den äußern Reiz veranlaßt ist, gleicht vollkommen der normalen Herzbewegung, es bewegen sich nämlich nicht nur alle Theile des Herzens, sondern es bewegen sich auch alle Theile in der normalen Reihenfolge. Ist dagegen das Herz nicht mehr sehr lebenskräftig und haben die selbstständigen Bewegungen schon aufgehört, so kommt vor dem vollständigen Erlöschen der Reizbarkeit eine Periode, wo Reizung einer Kammer nur Zusammenziehung der Kammer, und Reizung eines Vorhofes nur Zusammenziehung des Vorhofes vermittelt. Ja, es tritt sogar eine Zeit ein, wo Reizung der Kammer nicht eine Systole der ganzen Kammer, sondern nur Zusammenziehung eines Theils derselben zur Folge hat. Letzteres sind Reizbewegungen, die vollständigen Pulse, welche auf Berührung des Herzens erfolgen, sind Reflexbewegungen. Daß diese früher schwinden, als jene, trägt nur bei die Richtigkeit der aufgestellten Ansicht zur vollen Evidenz zu bringen, denn ohne Ausnahme stirbt die einfache Irritabilität später, als das Reflexvermögen.

Die Reflexbewegungen im Gebiete des Sympathicus sind also den Phänomenen nach nichts Neues, die Phänomene sind nur lange verkannt worden. Man hielt die Pulsationen des Herzens und die peristaltischen Bewegungen für einfache Folgen des Reizes, aber gerade hierin irrte man. Jene Bewegungen sind vielmehr ein Zusammengesetztes, und der locale Reiz, welcher sie in's Leben ruft, würde seine motorische Kraft unfehlbar nur an demjenigen Theile, welchen er direct trifft, geltend machen, wenn er nicht durch einen Reflexionsproceß auch auf die übrigen Theile, welche zum Ganzen gehören, übergetragen würde.

Nicht um bessere Beweise zu gewinnen, sondern um das Reflexionsvermögen des Sympathicus in seinen bestimmten Beziehungen näher kennen zu lernen, machte ich folgende Versuche. Ich zerstörte bei einem Frosche das Rückenmark vollständig und überzeugte mich, daß keine Spur von Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln übrig geblieben war. Nachdem dies geschehen, wollte ich untersuchen, ob durch Reizung der Hinterschenkel eine Veränderung des Herzschlages veranlaßt werden könne. Nach dem mehrerwähnten Gange der sympathischen Fasern war dies möglich, die Schwierigkeit des Versuches lag einzig darin, zufällige Veränderungen des Herzschlages von den Effecten der angewendeten Erregung zu unterscheiden. Zu dem Ende wurde das Herz freigelegt und während des Zeitraums von 101 Minuten zu 14 ver-

schiedenen Malen beobachtet. 5 Minuten nach Zerstörung der Centralorgane pulsirte es 72 mal, 30 Minuten nach derselben nur 48 mal, hierauf schwankte die Zahl der Pulse zwischen 45 und 51 Schlägen, und war in der 101ten Minute nach Tödtung des Thieres 50. Um diese Zeit zermalmte ich mit einem Hammerschlage den einen Hinterfuß und zählte in der 104ten Minute 70 Schläge. Diese plötzliche Vermehrung des Pulses um 20 Schläge in einer Minute fast 2 Stunden nach Tödtung des Thieres macht sehr wahrscheinlich, daß die Veränderung in der Herzbewegung ein Effect des Reizes war. Allerdings habe ich in ungefähr 10 verschiedenen Versuchen nur noch einen Fall, wie den vorigen, und auch diesen mit geringerer Modification des Pulses beobachtet, indessen kommen bei Experimenten über Reflexe bisweilen Effecte vor, welche, so unleugbar sie sind, sich gleichwohl nicht leicht wieder finden lassen [1]. Giebt man zu, daß im erwähnten Falle die Veränderung des Pulses eine Wirkung des Schlages war, so muß man auch zugeben, daß der physiologische Proceß auf reflectorischem Wege zu Stande kam.

Ich habe oben den Einfluß des magneto-elektrischen Stromes auf animale Nerven beschrieben; es ist von entschiedenem Interesse, denselben auch in der Sphäre der sympathischen Nerven kennen zu lernen. Vielleicht wird man erwarten, daß Reizung des Grenzstranges in ganz ähnlicher Weise tonischen Krampf in den Eingeweiden erzeugen werde, wie Reizung des Rückenmarkes einen solchen in den der Willkür unterworfenen Muskeln hervorbringt. Dies ist jedoch nicht der Fall. Entsteht hier und da eine heftige Contraction, so geht sie auch, während die Kette geschlossen bleibt, wieder vorüber, was in den animalen Muskeln nicht der Fall ist. Statt eines tonischen Krampfes entsteht eine tumultuarische Bewegung, und es giebt sogar kein besseres Mittel, den Einfluß des N. sympathicus auf die Bewegung der Eingeweide zu beweisen, als den Grenzstrang in die Kette des magneto-elektrischen Apparates zu bringen. Bleibende Contraction kann man nur dann erzeugen, wenn man eine kleine Stelle des Magens oder Darmes in die Kette bringt. In diesem Falle bildet sich eine ungemein tiefe locale Einschnürung, welche sich bei den lebhaftesten Bewegungen des übrigen Darmes unverändert erhält, so lange die Kette geschlossen bleibt. Wie lange diese Contraction fortgeführt werden könne, weiß ich nicht; in allen Versuchen, welche ich bis jetzt angestellt habe, bestand sie auch nach Oeffnung der Kette noch eine Zeit lang fort. Etwas anders verhält es sich mit dem Herzen. Bringt man dasselbe in die Kette eines hinreichend kräftigen Stroms, so entsteht, wie in den willkürlichen Muskeln, eine Contraction, welche nicht länger anhält, als die Kette geschlossen bleibt, ist dagegen der elektrische Reiz ein sehr heftiger, so dauert die Contraction selbst dann fort, wenn der Einfluß desselben aufhört.

Die Bewegungen, welche vom Sympathicus ausgehen, haben manches Eigenthümliche. Um ihren Charakter aufzufassen, muß man sich hüten, die Bewegungen, welche der Sympathicus als geschloßnes System hervorbringt,

---

[1]) Ein interessanter Fall der Art ist folgender: Einem jungen Hunde durchschnitt ich nach Entfernung des großen und kleinen Gehirns das 5te Paar in der Schädelhöhle. Bei Reizung des R. lingualis entstanden indeß ohne Ausnahme deutliche Athembewegungen in der Bauchgegend. Die weitere Forschung ergab, daß die noch übrige Reizbarkeit von Fasern des 2ten Halsnerven abhing. Directe Reizung dieses Nerven erzeugte dieselbe Bewegung mit äußerster Heftigkeit, nämlich eine so energische Contraction des Zwerchfells, daß die Baucheingeweide mit Gewalt nach außen vordrangen. Dieses Experiment ist mir nie wieder gelungen.

mit denen zusammenzuwerfen, welche die gereizte sympathische Nervenfasern in ihrer Vereinzelung hervorbringt. Diese Vermengung verschiedener Dinge tritt in der Behauptung auf, daß Reizung der sympathischen Nerven rhythmische Bewegungen, dagegen Reizung der animalen Bewegungsnerven nur eine einzige Contraction verursache. Die rhythmischen Bewegungen, welche entstehen, wenn man die zum Herzen oder zu den Därmen gehenden sympathischen Nerven reizt, sind nicht einfache Irritabilitätserscheinungen, sondern die complicirten Wirkungen eines noch vorhandenen Centralorgans. Dies wird sich in dem Abschnitte von den Ganglien vollständiger entwickeln lassen, hier nur die Bemerkung, daß nicht jeder sympathische Bewegungsnerv auf mechanische Reize mit rhythmischen Actionen antwortet. Ich habe sehr oft die Bemerkung gemacht, daß einzelne Stücke des Herzens oder Darmes, in Folge äußerer Reizung nur eine einzige Bewegung machten. Ich habe dies an einem Stück Herzmuskel gesehen, welches so reizbar war, daß es auf die Einwirkung eines einzigen sehr kleinen Plattenpaares reagirte und eine volle Stunde nach diesem Experimente sich für denselben geringen Reiz empfänglich zeigte.

Solche Versuche beweisen, daß die rhythmischen Actionen, welche nach Reizung des Sympathicus unter Umständen entstehen, nicht von einer specifischen Qualität seiner motorischen Fasern, sondern von einer complicirtern Organisation abhängen. Man kann die Mechanik des Rhythmus zerstören, ohne die Erregbarkeit der motorischen Fasern, welche einzelne Muskelcontractionen veranlassen, zu vernichten. Auch ist zu bemerken, daß nicht bloß Reizung sympathischer Nerven rhythmische Bewegungen hervorbringt. Durch Erregung der Medulla oblongata kann man rhythmische Athembewegungen, durch Erregung des Halsmarkes der Frösche rhythmische Bewegungen der Lymphherzen veranlassen, in welchem Falle das Rhythmische wieder auf Rechnung des Centralorgans kommt. Die abwechselnden Zusammenziehungen und Ausdehnungen, welche ohne Mitwirkung der Centralorgane, und deßhalb ungeordnet und zwecklos, in vereinzelten Muskelbündelchen vorkommen, sind nicht nur im Herzen, sondern auch im Zwerchfell und in anderen willkürlichen Muskeln bekannt, so daß auch hier an eine Eigenthümlichkeit der sympathischen Nerven nicht zu denken ist.

Ueberhaupt ist es schwierig, in der Sphäre der bloßen Reizbarkeit specifische Differenzen der sympathischen und animalen Bewegungsnerven aufzufinden. Gewöhnlich erfolgen die Bewegungen in den Muskeln, welche vom Sympathicus versorgt werden, langsamer als in den willkürlichen Muskeln, und ihre Zusammenziehung verharrt auch nach Ablauf des Reizes, während sie in den letzteren den Reiz nicht überdauert; indeß verhält sich das Herz wie willkürliche Muskeln. Henle hat sehr schön gezeigt, wie von der Bewegung der willkürlichen Muskeln bis zu den Contractionen des Zellgewebes eine Stufenleiter von Erscheinungen stattfindet, welche die allmäligsten Uebergänge mit sich bringt und eine scharfe Trennung im physiologischen Systeme fast unmöglich macht.

Ich habe wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die Cerebrospinalfasern, welche den sympathischen Zweigen beigemischt werden, eine wichtige Rolle in dem Empfindungsleben der Theile spielen, welche vom Sympathicus ihre Nerven erhalten. Es entsteht nun die Frage, ob jene Fasern auch in der Sphäre der Bewegung von Einfluß sind? Weder die Anatomie noch die Physiologie ist im Stande, hierauf präcis zu antworten, wie in früheren Abschnitten schon angegeben wurde. Die Anatomen, welche Verbindungs-

zweige bis in die vorderen Wurzeln verfolgt zu haben glauben, bedienten sich bei ihren Präparationen nicht des Mikroskopes, und konnten weder darüber entscheiden, welche Classe von Fasern sie vor sich hatten, noch darüber, ob diese Fasern an der Eintrittsstelle in den Spinalnerven eine centrale oder peripherische Richtung nehmen. Die Untersuchungen von Bidder und mir haben gezeigt, daß selbst mit Hülfe des zusammengesetzten Mikroskopes sich nicht ermitteln läßt, ob dem Sympathicus dicke Fasern von den motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven zufließen. Denn die Verbindungsäste desselben anastomosiren nicht unmittelbar mit den Wurzeln, sondern mit den Stämmen der Spinalnerven, nachdem diese die Rückenmarkshöhle verlassen haben, und es lassen sich zwar Bündel, nicht aber einzelne Fasern auf dem verhältnißmäßig langen Wege bis zu den Wurzeln mit Sicherheit verfolgen. Gesetzt also auch man findet ein Bündel, welches dicke Fasern enthält und in der Bahn des Spinalnerven der vordern Wurzel sich zuwendet, so ist doch noch nicht entschieden, ob die dicken Fasern in diesem Bündel bleiben, oder vor dessen Eintritt in die Wurzel wieder austreten. Wir besitzen noch keine Beobachtungen, die hierüber entscheiden könnten [1]).

Anlangend die physiologischen Thatsachen, so ist erwiesen, daß Gehirn und Rückenmark einen Einfluß auf die Bewegungen der Theile haben, welche vom Sympathicus ihre Zweige erhalten, aber es ist weder erwiesen noch erweisbar, daß dies durch motorische Fasern im gewöhnlichen Sinne geschehe. Vielmehr ist oben bereits bemerkt worden, wie Gehirn und Rückenmark möglicher Weise auch dadurch Bewegungen der Eingeweide vermitteln könnten, daß sie Fasern erregten, welche sich zu den Ganglien des Sympathicus als centripetale verhielten und welche Bewegungsphänomene auf dem Wege des Reflexes veranlaßten.

So wenig sich die Gegenwart motorischer Cerebrospinalfasern erweisen läßt, so spricht doch die Wahrscheinlichkeit für sie. Wenigstens wäre sonderbar, wenn die hinteren Wurzeln der Spinalnerven allein dem Sympathicus Elemente zuführten, auch scheint es am einfachsten, den Einfluß, welchen Vorstellungen, Gemüthsbewegungen und andere psychische Zustände auf die Eingeweide haben, sich durch motorische Cerebrospinalnerven vermittelt zu denken. Man könnte allenfalls annehmen, solche motorische Cerebrospinalfasern gingen nicht direct zu den organischen Muskeln, sondern zu den Ganglien, wo sie ihren Erregungszustand zahlreichen sympathischen Bewegungsfasern mittheilten. Auf diese Weise entstände ein Multiplicator der Bewegung, welcher bei der Seltenheit der Cerebrospinalfasern in der Brust- und Bauchhöhle vielleicht gute Dienste leisten würde.

---

[1]) Schon in der Schrift: Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems, S. 75, negirten Bidder und ich die Gültigkeit der Beobachtungen, welche den Uebergang motorischer Fasern aus den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven in den Sympathicus auf anatomischem Wege erweisen sollten. Johannes Müller scheint anderer Ansicht, da er in der später erschienenen vierten Auflage seiner Physiologie diese Ursprungsweise, den letzten Untersuchungen Scarpa's entgegen, als erwiesen schildert. Indeß hat Joh. Müller die Einwürfe nicht beseitigt, welche wir gegen die Beweiskraft der früheren Beobachtungen erheben mußten. Hätten die Beobachter vor uns die mikroskopischen Hülfsmittel benutzt, welche zur Constatirung des Faserverlaufes in Anastomosen unerläßlich nöthig sind, so hätte ihnen nicht entgehen können, daß ein Theil der sympathischen Fasern (bisweilen alle) nicht zum Centrum, sondern zur Peripherie verlaufen. Indem ihnen die peripherisch verlaufenden Fasern ganz entgingen, kann nicht angenommen werden, daß die central verlaufenden ihnen klar wurden, denn das Mikroskop zeigt in sorgfältig gemachten Präparaten die einen so deutlich als die anderen.

Im Vorhergehenden war nur von motorischen Cerebrospinalfasern die Rede, aber man kann auch fragen, ob motorische Fasern der sympathischen Classe im Gehirn und Rückenmark ihren Ursprung nehmen? Der Umstand, daß sich feine Fasern in den vorderen Rückenmarkswurzeln finden, könnte dies zu beweisen scheinen, indeß erlaubt diese Thatsache die verschiedensten Deutungen. Erstens wäre ebenso möglich, daß der Sympathicus dem Rückenmarke Fasern zuführte, als das Umgekehrte hypothetisch angenommen wird, zweitens ließe sich annehmen, daß die feinen Fasern der vorderen Rückenmarksnerven-Wurzeln centripetale Ganglienfäden wären, deren Reizung zur Production von Bewegungen in den Eingeweiden, freilich nur auf reflectorischem Wege Anlaß gäbe. Indem nun auch von physiologischer Seite sich nicht entscheiden läßt, ob die vom Gehirn und Rückenmark ausgehenden Bewegungen des Herzens, Magens, Darmes u. s. w. directe oder reflectorische sind, läßt sich die aufgeworfene Frage nicht mit Sicherheit beantworten. Die Wahrscheinlichkeit ist mehr gegen den Ursprung motorischer Fasern der sympathischen Classe vom Gehirn und Rückenmark, als für ihn. Wir haben viel Anlaß, anzunehmen, daß der regulatorische Apparat, dessen die bewegenden Nerven bedürfen, und die Stelle des Systems, wo sie entspringen, zusammenfallen. Indem nun oben erwiesen wurde, daß die Regulation der Bewegungen in allen vom Sympathicus versorgten Theilen nach Zerstörung des Gehirnes und Rückenmarkes fortdauere, ist kaum zu bezweifeln, daß die motorischen Fasern, welche hierbei in's Spiel treten, vom Sympathicus selbst entspringen. Von diesem Standpunkte aus ließe sich ein Entspringen sympathischer Nervenfasern von den gewöhnlich sogenannten Centralorganen nur dann annehmen, wenn man auch die Gegenwart eines zweiten regulatorischen Apparates für annehmbar hielte. Aber ein doppelter Apparat dieser Art dürfte jedenfalls unnöthig, wo nicht störend sein. Auch die oben mitgetheilten Erfahrungen über den Einfluß des magneto-elektrischen Stromes verdienen Berücksichtigung. Da durch Reizung des Gehirnes und Rückenmarkes sich keine tonischen Krämpfe in den organischen Muskeln hervorrufen lassen, so ist wenigstens so viel unwahrscheinlich, daß von jenen Theilen Nerven entsprängen, welche motorische Impulse zu diesen Muskeln direct zu leiten vermöchten.

Es wäre sehr wichtig, die Ausdehnung zu kennen, in welcher der motorische Einfluß des sympathischen Systems sich geltend macht, aber zwei Umstände namentlich erschweren die Untersuchung hierüber ganz außerordentlich. Der eine bezieht sich auf die Mischung des Sympathicus aus cerebrospinalen und eigentlich sympathischen Fasern, ein Verhältniß, welches bei Reizversuchen unmöglich macht, zu entscheiden, durch welche Faserelemente gewisse Wirkungen hervorgebracht werden; das zweite Hinderniß liegt in der geringen Auffälligkeit der motorischen Effecte, welche von den fast unmerklichen Bewegungen, die ohne Mitwirkung des Nervensystems zu Stande kommen, nicht immer hinreichend unterscheidbar sind. Mit voller Evidenz läßt sich nur vom Herzen beweisen, daß seine Bewegungen vom Sympathicus regulirt werden, dieser Beweis ist oben gegeben worden. Fast ebenso sicher können die Bewegungen des Magens und der Därme auf den Einfluß des Sympathicus bezogen werden, denn die peristaltischen Bewegungen, welche nach Zerstörung des Gehirnes und Rückenmarkes übrig bleiben, bieten viel zu sehr das Bild einer planmäßig organisirten Thätigkeit, als daß sie ohne Mitwirkung eines Centralorgans zu Stande kommen könnten, und dieses Centralorgan läßt sich nach Zerstörung des Rückenmarkes nur im Sympathi-

cus suchen. Zwar haben einige Autoren die Hartleibigkeit bei Rückenmarksleiden darauf bezogen, daß die Darmbewegungen vom Marke abhingen, aber gewiß mit Unrecht. Die Hartleibigkeit hängt wohl zum größern Theile von der Lähmung der Bauchmuskeln ab, welche bei der Kothentleerung so wichtig sind. Wären die bewegenden Nerven des Darmes in solchen Fällen paralysirt, so könnten die Faeces gar nicht von der Stelle rücken, was gleichwohl der Fall ist. Bidder fütterte Frösche mit Regenwürmern und zerstörte unmittelbar darauf das Rückenmark. Wurde das Thier nach 24 Stunden geöffnet, so fand sich der Magen prall angefüllt mit zähem Schleim, wurde er nach 48 Stunden geöffnet, so fand sich der Magen fast leer, indem er einen Theil seines Inhaltes resorbirt, einen andern Theil dem Darme übergeben hatte [1]).

Muthmaßlich hängt auch der Tonus der Arterien, Venen, Saugadern und absondernden Gefäße vom sympathischen Systeme ab; die Gründe, welche für diese Ansicht sprechen, sind folgende: 1) Der Sympathicus versorgt wenigstens die größeren Absonderungsorgane der Brust- und Bauchhöhle mit Zweigen, und begleitet bekanntlich die blutführenden und die wichtigsten Partien der auffsaugenden Gefäße. Da nach den mitgetheilten mikroskopischen Beobachtungen die sympathischen Aeste unendlich wenig Cerebrospinalfasern enthalten, so kann von diesen der Tonus kaum abgeleitet werden. Manche Absonderungsorgane werden zwar von Spinalnerven versorgt, aber auch in diesen finden sich so überaus viel feine Fasern, daß sie möglicher Weise die Bewegungsphänomene vermitteln können. 2) Die Bewegungen der Gefäßwandungen und Ausführungsgänge verhalten sich wie die Bewegungen solcher Theile, die vom Sympathicus regulirt werden, nämlich wie die Bewegungen der Därme, nicht aber wie die Bewegungen der willkürlichen Muskeln, welche von den Cerebrospinalnerven ausgehen. Die Zusammenziehung coincidirt nicht mit dem Reize, sondern tritt erst ein, nachdem dieser eine Zeit lang gewirkt, sie geht nicht augenblicklich in Erschlaffung über, wenn der äußere Reiz verschwunden, sondern überdauert diesen, sie wird hauptsächlich durch Kälte veranlaßt und schwieriger durch Elektricität. Dieser eigenthümliche Charakter der Bewegung hängt zwar theilweise gewiß von der Natur der contractilen Faser, aber gewiß auch theilweise von der specifischen Beschaffenheit der Nerven ab, und erlaubt aus diesem Grunde ein Rückwärtsschließen auf diese. 3) Valentin versichert, durch Reizung des dritten bis sechsten Brustknotens eine Contraction der Aorta und durch Reizung des Sympathicus im Unterleibe eine Zusammenziehung der untern Hohlvene bewirkt zu haben. 4) Der Tonus und vielleicht sogar wechselnde Contractionen der erwähnten Theile dauern fort. So sah Bidder nach Zerstörung des Rückenmarkes den Kreislauf 10 Wochen lang fortbestehen, was gewiß nicht stattgefunden hätte, wenn eine vollständige Erschlaffung des Gefäßsystems eingetreten wäre. Derselbe sah unter gleichen Umständen die Harnblase sich zu wiederholten Malen fast bis zum Platzen füllen, was voraussetzen läßt, daß die harnführenden Gefäße mit ziemlicher Kraft ihren

---

[1]) Müller's Archiv. 1844, S. 380. — Ich leugne übrigens nicht, daß Zerstörung des Rückenmarkes auf die motorischen Nerven der Eingeweide einigermaßen schwächend einwirke, sondern nur, daß hieraus der Ursprung dieser Nerven vom Rückenmarke gefolgert werden dürfe. Zerstörung der untern Hälfte des Rückenmarkes schwächt die vorderen Extremitäten, deren Nerven es bestimmt nicht abgiebt. Ueberhaupt scheint jede etwas beträchtlichere Verletzung der Centralorgane jeden motorischen Nerven zu schwächen. Eine Erscheinung, welche vom Ursprunge der Nerven ganz unabhängig ist.

Inhalt der Blase zutrieben. Ebenso dauert nach dem Tode des Rückenmarkes die Aufsaugung fort, welche sehr wahrscheinlicher Weise nicht ohne gewisse Bewegungen des Lymphsystems zu Stande kommt.

Man könnte die Zweifel über die verschiedenen Faserelemente des Sympathicus und über das Wesen der Innervation in ihnen (mit Bezug auf direct motorische oder reflective Wirkung) ganz bei Seite setzen und sich darauf beschränken, zu fragen, durch Reizung welcher Nervenstränge man bestimmte, vom Sympathicus versorgte Theile in Bewegung setzen könne. Valentin will Folgendes bemerkt haben [1]). Das Herz wird in Bewegung gesetzt durch den N. accessorius und die drei oder vier obersten Halsnerven, der Schlund und obere Theil der Speiseröhre durch den Accessorius und die zwei oder drei obersten Halsnerven, der untere Theil der Speiseröhre am Halse durch den Accessorius, vielleicht durch den Hypoglossus und durch die mittleren Halsnerven, der Brusttheil der Speiseröhre durch den vierten bis sechsten Halsnerven, der Magen durch die vier letzten Hals- und die beiden ersten Rippennerven, die Därme durch den N. oculomotorius (Katze) trigeminus, accessorius (Katze), sowie durch alle Rippen- und Lendennerven, der Ureter durch die Lendennerven, die Harnblase und die Gebärmutter endlich durch die mittleren und unteren Lendennerven.

Sollten sich diese Angaben bestätigen, was ich nach vielen anatomischen und einigen physiologischen Erfahrungen zu bezweifeln Grund habe, so würde sich die praktisch wichtige Folgerung ergeben, daß nicht nur fast jeder Cerebrospinalnerv die Fähigkeit besäße, Bewegungen in Theilen zu veranlassen, welche vom Sympathicus ihre Zweige erhalten, sondern auch, daß jeder Cerebrospinalnerv Bewegungen in Theilen auslösete, welche so zu sagen ein paar Stufen tiefer (dem Becken näher) lägen, als die Wurzel des Nerven selbst. Auf diese Versuche fußend schuf Valentin seine lex progressus und dictirte den motorischen Fasern des Sympathicus ihren Lauf, wobei freilich selbst dann Zweifel übrig bleiben würden, wenn die Thatsachen sich bestätigen sollten. Aus dem Vorausgeschickten wird ersichtlich sein, wie die Valentin'schen Experimente drei Deutungen zulassen, nämlich: 1) Reizung der Wurzeln eines Spinalnerven erregt Bewegungen in den Eingeweiden, weil die motorischen Fasern des Sympathicus durch sie hindurchsetzen; Fasern, welche von anderen Cerebrospinalfasern nicht unterschieden sind. Dies ist Valentin's Ansicht. 2) Die Bewegung entsteht, weil durch die gereizte Wurzel motorische Cerebrospinalfasern setzen, welche als Elemente eigenthümlicher Art den specifischen Fasern des Sympathicus beigemischt werden sollen. 3) Reizung der Wurzeln eines Cerebrospinalnerven erzeugt Bewegung in den Eingeweiden, weil sie centripetale Ganglienfasern enthalten, deren Erregung auf reflectorischem Wege Wirkungen in den Theilen vermittelt, deren motorische Nerven in den Ganglien selbst entspringen. — Die Unterlagen zur Beurtheilung dieser verschiedenen Ansichten sind in dem Vorhergehenden gegeben worden.

D. Von den Ganglien.

Alle Ganglien stimmen darin überein, daß sie eine eigenthümliche Art von Zellen, die sogenannten Ganglienkugeln enthalten, zwischen welchen die Nervenfasern, ohne Anastomosen zu bilden und scheinbar ohne Unterbrechung, hindurchsetzen. Auf diesen Anschein ist von Valentin zu großes Gewicht

---

[1]) De functionibus nervorum. §. 147 — 154.

gelegt worden, wenn er die Behauptung aufstellt, daß jede sympathische Faser die unmittelbare Fortsetzung einer Hirn- und Rückenmarksfaser sei, welche auf der einen Seite in das Ganglion eintrete, um auf der andern wieder auszutreten [1]). Diese Behauptung ist indeß vom anatomischen Standpunkte aus nicht nur nicht erwiesen, sondern völlig unerweisbar, indem es weder mit Hülfe des Messers, noch des Mikroskopes möglich ist, eine bestimmte Faser, viel weniger alle, in ihrem Laufe continuirlich zu verfolgen. — Wahrscheinlich sind alle Ganglien die Ursprungsstätten sympathischer Fasern. Für viele Fasern ist dies mit größter Präcision nachweisbar, und zwar nicht bloß für symp. Ganglien, sondern auch für solche, welche den cerebrospinalen Nerven angehören. In einem frühern Abschnitte ist nachgewiesen worden, wie die Spinalganglien des Frosches, ferner die gg. ciliare, Gasseri, coeliacum und die Knoten des zehnten Nervenpaares außerordentlich viel mehr feine Fasern auf der einen Seite aussenden, als sie auf der andern empfangen. In den meisten Fällen ergiebt sich dies, bei einem Vergleich der eintretenden und austretenden Ganglienäste, aus der verschiedenen Proportion der dünnen Fasern zu den dicken, in den kleinen Herzganglien des Frosches wird es sogar durch directe Zählung der Fasern erwiesen. Diese Beweise für das Entstehen der Fasern in den Ganglien sind vorläufig die sichersten, doch scheint nach den oben erwähnten Untersuchungen Kölliker's kaum noch ein Zweifel übrig, daß sich der Ursprung der Nervenfasern von den Ganglienkugeln unter günstigen Umständen direct beobachten läßt [2]).

Alle Ganglien stimmen also mit dem Baue des Gehirns und Rückenmarkes darin überein, daß sie die Fasersubstanz mit der Kugelsubstanz in Berührung setzen, und die meisten, wo nicht alle, darin, daß sie die Ursprünge oder die Enden der Fasern enthalten, vielleicht auch beide. Aber alle Erfahrungen über den Ursprung der Fasern in den Ganglien beziehen sich bis jetzt nur auf die Classe der feinen Fasern mit einfachen Contouren, welche ich unter dem Namen sympathische zusammengefaßt habe.

Die Ganglien unterscheiden sich zunächst dadurch, daß einige als Anschwellungen im Verlauf eines einzelnen Nerven vorkommen (ganglia simplicia), andere dagegen mehre eintretende Aeste und mehre austretende haben (ganglia composita). Ist es auch nicht möglich, die Primitivfäden aus den eintretenden Aesten bis in die austretenden zu verfolgen, so gelingt dies doch in Bezug auf stärkere Bündel, und die Betrachtung dieser beweis't deutlich das Vorhandensein einer Plexusbildung. Zwischen den verschiedenen Bündeln findet ein Austausch von Fasern Statt. Oft sieht man, daß ein eintretender Zweig nicht nur an jeden austretenden, sondern auch an einen zweiten eintretenden Fasern abgiebt, in welchem letztern Falle die Fasern umkehren und das Ansehen einer Endschlinge gewähren [3]). Histologisch unterscheiden

---

[1]) Verhandlungen der kaiserlichen Leop. Carol. Akademie. XVIII, 1. S. 126 u. f.

[2]) Ein paar derartige Beobachtungen machte ich bereits selbst. In einem Herznerven des Frosches fand ich in der ganzen Länge desselben eingestreute Ganglienkugeln, deren einige vollkommen frei am äußersten Rande lagen. Von einer der letzteren entsprang eine Faser, welche den nebenliegenden sympathischen Fäden vollkommen glich und welche in einer ansehnlichen Länge einzeln verfolgt werden konnte. Denn so oft ich auf das Deckgläschen des Präparates mit einer Staarnadel leise drückte, trennte sich die in Frage stehende Faser von den benachbarten und flottirte frei in dem Wasser, mit welchem das Präparat befeuchtet war. Einen zweiten ähnlichen Fall hatte ich Gelegenheit, D'Alton zu zeigen, welcher ihn für vollkommen überzeugend erklärte.

[3]) Eine Abbildung gab ich in Müller's Archiv. 1838, Taf. VIII. Fig. 3.

sich die Ganglien durch die relative Anzahl der in ihnen befindlichen sympathischen und cerebrospinalen Nervenfäden. In den Ganglien des Sympathicus finden sich die letzteren nur als seltene Gäste, während sie in den Ganglien der Cerebrospinalnerven in großer Anzahl vorkommen. Indem ich andere wesentliche Unterschiede nicht kenne, bin ich geneigt, alle Ganglien für Organe des sympathischen Systems zu halten, wobei es mir als etwas Unwesentliches erscheint, daß einige mit Cerebrospinalnerven in Verbindung stehen, andere nicht.

Die Gegenwart von Ganglien an den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven aller Wirbelthiere schien zwar auf eine nähere Beziehung zwischen Ganglien und sensibeln Nerven hinzuweisen, aber diese Beziehung besteht vielleicht in weiter nichts, als daß die sensibeln Nerven auf diese Weise am bequemsten die sympathischen Fasern zugeführt bekommen, welche sie als Hautnerven, wie oben erwiesen wurde, in reichster Menge bedurften. Daß die Ganglien mit den sensibeln und motorischen Vermögen der Nerven nicht wesentlich zusammenhängen, haben die Untersuchnngen der einzelnen Nerven zur Genüge erwiesen; es finden sich sensible Nerven, welche der Ganglien entbehren, und motorische, welche ohne Nachtheil durch sie hindurchtreten. Auch zeigen wenigstens die kleineren Nervenknoten sehr häufig Varietäten, nicht nur in verschiedenen Thieren, sondern selbst in Thieren gleicher Art.

Alle im Vorhergehenden angeführten Verhältnisse scheinen darauf hinzudeuten, daß die Ganglien mit den Cerebrospinalfasern nichts Wesentliches zu schaffen haben, dagegen stehen sie in innigster Beziehung zu den sympathischen Fäden, und dienen diesen wahrscheinlich als Centralorgane. Dies wird schon durch die histologischen Verhältnisse wahrscheinlich, welche oben Erwähnung fanden, nicht minder sprechen für diese Ansicht vergleichend anatomische Thatsachen. Die wirbellosen Thiere im Sinne Cuvier's haben überhaupt keine anderen Centralorgane als Ganglien. Noch bei den Gliederthieren tritt das Gehirn in der Form zweier Knötchen auf, welche durch den Schlundring zusammenhängen, und ihr Rückenmark besteht aus dem Bauchstrange, d. h. aus einer Reihe von Nervenknoten, welche durch Fäden unter einander verbunden sind. Unter den Wirbelthieren kommen noch Fische vor, deren Gehirn und verlängertes Mark aus einer Anzahl von Ganglien besteht, welche in einer Reihe gedrängt hinter einander liegen. Ja selbst das Gehirn und Rückenmark des Menschen ist von Gall, Reil, Carus und Serres als eine Verschmelzung verschiedener Ganglien betrachtet worden, und diese Betrachtungsweise hat jedenfalls Manches für sich. Die Metamorphose der Insecten lehrt, daß Ganglien, welche bei dem unvollkommneren Geschöpfe getrennt sind, in einer höhern Entwicklungsstufe zur Einheit verschmelzen können, so daß die Zusammensetzung eines Centralorgans aus mehren Ganglien hier nicht bloß ideelle, sondern reelle Wahrheit hat. Wir werden also in jeder Weise veranlaßt sein, uns die Ganglien der höheren Thiere und der Menschen als kleine Centralorgane zu denken, welche auf der Stufe der Vereinzelung, als der niedern Entwicklungsform, stehen geblieben sind, oder mit anderen Worten, die Ganglien auf der einen Seite und Gehirn und Rückenmark auf der andern, unterscheiden sich nur relativ durch den Grad ihrer Entwicklung. —

Zu den interessantesten anatomischen Entdeckungen der neuesten Zeit gehört die von Remak gemachte Beobachtung, daß Ganglien in der Substanz des Herzens und der Därme vorkommen, eine Entdeckung, deren Wichtigkeit sich im Folgenden ergeben wird.

Indem die Nervenbündel in den zusammengesetzten Ganglien Geflechte bilden, müssen diese zunächst den Nutzen der Geflechte haben. Dieser Nutzen besteht darin, daß die Nerven durch wechselseitigen Austausch von Faserbündeln in den Besitz derjenigen Primitivfäden gelangen, welche sie bei ihrer peripherischen Ausbreitung aus teleologischen Gründen brauchen. Der wechselseitige Uebergang von Fasern aus einer Nervenbahn in die andere hat zur Folge, daß die unterhalb des Plexus liegenden Nerven Fäden erhalten, die von verschiedenen Centralpunkten abstammen. Dies Verhältniß muß äußerst wichtig erscheinen, wenn man sich erinnert, daß die Kräfte der Nerven zum größten Theile von deren Ursprungsstellen in den Centralorganen abhängen. Dies gilt z. B. vom Tonus. Diese Kraft, auf deren Erhaltung in dem Herzen, Magen und Darmkanale mehr ankommt als in den willkürlich beweglichen Muskeln, weil erstere zur Erhaltung des Lebens weit unentbehrlicher sind, sie wird den wichtigsten Bewegungsorganen des Thierkörpers von vielen Punkten aus zugesichert. Daher kommt es, daß locale Leiden des Nervensystems die Bewegung der Muskeln, welche vom Sympathicus versorgt werden, nie wesentlich gefährden, deßgleichen, daß pathologische Zustände der vegetativen Organe sich sympathisch in einem weiten Umfange des Thierkörpers geltend machen. So überaus wichtig aber auch diese Verhältnisse sind, so gleichgültig sind sie, wenn es sich um die Functionen der Ganglien handelt, denn es ist klar, daß alle diese Vortheile der Plexusbildung auch ohne das Vorhandensein der specifischen Gangliensubstanz erreichbar gewesen wären.

Man hat daher zu Hypothesen seine Zuflucht genommen, unter welchen die bekannteste die ist, daß die Nervenleitung durch die Ganglien unterbrochen oder mindestens gehemmt werde. Nichts kann unbegründeter sein, als diese Annahme. Bekanntlich treten die Wurzeln fast aller Empfindungsnerven durch Ganglien, und daß dasselbe von vielen motorischen Cerebrospinalnerven gelte, ist oben gezeigt worden. In diesem Bezuge findet zwischen den einfachen und zusammengesetzten Ganglien kein Unterschied Statt. Krankheiten der Eingeweide könnten nicht Schmerzen, und Störungen des Gemüthes nicht beschleunigten Herzschlag veranlassen, wenn die Ganglien des Sympathicus die Leitung unterbrächen. Ebenso unbegründet ist die Hypothese, nach welcher die Ganglien die centripetale Leitung begünstigen, die centrifugale dagegen verhindern sollen.

Bichat, eins der größten Genies, welche sich in diesem Jahrhundert der Anatomie zugewendet haben, betrachtete die Ganglien als Centralorgane. Freilich muß zugegeben werden, daß dieser schöpferische Geist der Erfahrung vielfältig vorgriff, dessenungeachtet bin ich überzeugt, daß seiner Auffassung eine tiefe Wahrheit zu Grunde liegt, und ich bekenne mit Vergnügen, daß ich im Gegenwärtigen nur ein Bild specieller ausführe, welches Bichat mit kühnen, obgleich oft phantastischen Zügen vor Jahren schon entworfen hat.

Es ist in früheren Abschnitten der Beweis geliefert worden, daß innerhalb der Sphäre des Sympathicus reflectorische und sogar selbstständige Bewegungen vorkommen. Wir haben dabei unsere Aufmerksamkeit besonders auf das Herz gerichtet und gezeigt, daß die Grundbedingung seiner rhythmischen Bewegungen nicht im Gehirn und Rückenmarke, sondern im Systeme der sympathischen Nerven selbst liege. Es handelt sich jetzt darum, zu entscheiden, ob die Befähigung zu reflectorischen und automatischen Bewegungen, welche dem Sympathicus nicht abgesprochen werden kann, eine Qualität jeder seiner Fasern, oder vielmehr das Prädicat einzelner bevorzugter

Stellen, also mit anderen Worten das Prädicat sympathischer Centralorgane sei. Für die Richtigkeit der letztern Ansicht sprechen nicht nur Gründe der Analogie, sondern selbst positive Experimente. Ueberall, wo wir in die Mechanik der Reflexionsapparate eine deutliche Einsicht haben, geschieht die Reflexion im Innern des Centralorgans, nicht im Verlaufe der Nervenstränge; überall, wo das Causal-Verhältniß automatischer Bewegungen aufgeklärt werden konnte, hat sich gefunden, daß deren Grundbedingung nicht in Nervenzweigen, sondern wiederum in einem Centralorgane liege. Wir haben also schon von dieser Seite guten Grund, anzunehmen, daß die Reflexerscheinungen und die automatischen Bewegungen, die in der Sphäre des Sympathicus vorkommen, die Mitwirkung gewisser Centralorgane in Anspruch nehmen werden, und nicht als Effecte der sympathischen Nervenfaser an sich betrachtet werden dürfen.

Entschiedener beweisen dies folgende Experimente. Wenn man das Herz ausschneidet, so pulsirt es noch einige Zeit ruhig und regelmäßig fort, besonders bei kaltblütigen Thieren, wo die Pulsation bisweilen tagelang fortdauert. An einem ausgeschnittenen Froschherzen kann man sehen, wie sich zuerst die Vorhöfe, dann die Ventrikel, zuletzt der bulbus aortae zusammenziehen und wie dieselben Bewegungen, in immer gleicher Reihefolge, mit kürzeren oder längeren Zwischenpausen wiederkommen. Trennt man jetzt die Vorhöfe von den Ventrikeln mit der Scheere, so pulsiren zwar beide Theile unter günstigen Umständen fort, aber jeder in einem andern Zeitmaße. Zweimal ist mir bei diesem Experimente vorgekommen, daß zwar die Vorhöfe, nicht aber die Ventrikel pulsirten, und doch zeigte sich in einem dieser Versuche der Ventrikel so reizbar, daß er eine Stunde nach der Abtrennung durch jeden geringen mechanischen Reiz zu einer Contraction veranlaßt wurde. Ich nehme also an, daß dieser Ventrikel zwar Nerven besessen, welche für Reize empfänglich waren, dagegen eines Centralorgans entbehrt habe, welches aus sich heraus den Anlaß zur Bewegung schaffen konnte. Ganz entsprechende Erscheinungen kann man nach Willkür hervorrufen, wenn man in die abgetrennte Herzkammer eines Frosch- oder Fischherzens einen kleinen Längeneinschnitt macht, welchen man im Verlaufe des Experimentes ganz allmälig vergrößert. Der erste kleine Einschnitt hat auf den Puls keinen störenden Einfluß, dringt aber das Messer weiter vor, so fängt an der Synchronismus der Bewegung zu leiden. Hat man z. B. einen Längeneinschnitt von der Basis des Ventrikels gegen die Spitze, oder auch umgekehrt gemacht, so beginnt die linke oder respective rechte Herzhälfte sich ein wenig früher zu contrahiren, als die gegenüber liegende, und die letzte folgt in ähnlicher Weise, wie im normalen Leben die Contraction des Ventrikels auf die des Vorhofes folgt. Schneidet man noch etwas tiefer ein, so geht die Störung des Synchronismus entweder in Disharmonie des Rhythmus über, so daß die eine Seite in derselben Zeit häufiger schlägt, als die andere, oder es hört sogar die eine Hälfte ganz zu pulsiren auf, während die andere ihre Bewegungen fortsetzt. Letzteres kommt selbst dann vor, wenn der Einschnitt den Ventrikel in zwei ganz gleich große Hälften getheilt hat, auch dann, wenn diejenige Hälfte, welche nicht mehr pulsirt, in hohem Grade reizbar ist.

Indem also von verschiedenen Theilen des Herzens, die sich unter gleich günstigen äußeren Bedingungen befinden, der eine automatisch, der andere nur in Folge äußerer Reize pulsirt, muß angenommen werden, daß die inneren Bedingungen solcher Herzhälften sich verschieden verhalten, es muß

in den selbstständig pulsirenden ein Centralorgan geben, welches die Bewegungen sollicitirt, und es muß in der andern ein solches Organ entweder von vorn herein fehlen, oder durch die Operation zerstört sein. Für die Gegenwart bestimmter bevorzugter Stellen im System der Herznerven spricht auch noch folgender Versuch. Ich hatte die Kammer durch einen Längenschnitt in reichlich ³⁄₄ ihrer Verbindung getrennt, worauf die eine Seite, a, selbstständig, obschon langsam, fortpulsirte, die andere, b, stillstand. Reizte ich a, so entstand jedesmal und augenblicklich eine Contraction, welche sich indeß nicht auf b erstreckte, reizte ich dagegen b, so contrahirte sich nicht nur dieses, sondern auch a gleichzeitig. Letzteres war muthmaßlich Reflex, der also in a seine passende Mechanik fand, in b nicht.

Wenn nun bewiesen sein möchte, daß das Vermögen reflectorischer und automatischer Bewegungen, inwiefern es dem Sympathicus zukommt, an besondere Stellen desselben gebunden ist, so kann kaum noch ein Zweifel übrig bleiben, daß diese besonderen Stellen oder Centralpunkte die Ganglien sind. Denn einerseits haben wir im sympathischen System keine anderen Punkte, welche den überall vorhandenen Nervenfäden als ein Besonderes gegenüber angestellt werden können, andererseits haben die Ganglien den wesentlichen anatomischen Charakter der Centralorgane, wie oben bereits gezeigt wurde.

Ich habe mit Hülfe des magneto-elektrischen Stomes Experimente gemacht, welche die Natur der Ganglien als Centralorgane, wenn auch nicht definitiv beweisen, doch im höchsten Grade wahrscheinlich machen. Schon in einem frühern Abschnitte wurde bemerkt, daß man mit Hülfe dieses Stromes tonische Krämpfe erzeugen könne. Bringt man einen animalen Muskel in die Kette, so dauert dieser Krampf so lange, als die Kette geschlossen bleibt und nie länger, bringt man dagegen das ausgeschnittene Herz in die Kette, so dauert der tonische Krampf auch nach Oeffnung der Kette fort, vorausgesetzt, daß der Strom mit hinreichender Energie einwirkte. Woher dieser Unterschied? Die Antwort liegt, wie mir scheint, in dem folgenden Experimente. Wenn man einen decapitirten Frosch in der Weise in die Kette bringt, daß der magneto-elektrische Strom durch das Rückenmark geht, so entsteht Starrkrampf, welcher, bei hinreichender Energie des Reizes, auch nach Oeffnung der Kette fortdauert. Schneidet man den plexus cruralis auf einer Seite durch, so wird der gleichseitige Schenkel augenblicklich schlaff, während die übrigen Muskeln des Körpers noch im Tetanus verharren. Hieraus ergiebt sich, daß die Muskeln des Stammes und der Extremitäten im isolirten Zustande keines Starrkrampfes fähig sind, der länger anhielte, als der Reiz, von welchem er angeregt wird. Dagegen ist fortgesetzter Starrkrampf allerdings möglich, wenn der Reiz, statt ausschließlich auf die motorischen Nerven, auf das Centralorgan einwirkte. Nur in diesem kann ein Erregungszustand erzeugt werden, welcher den einwirkenden Reiz überlebt, und welcher durch Fortpflanzung auf motorische Nerven tonische Contractionen in den Muskeln hervorbringt. Indem nun das Herz durch kurze Einwirkung des magneto-elektrischen Stromes in anhaltenden Starrkrampf versetzt werden kann, scheint fast unzweifelhaft, daß es ein oder mehre Centralorgane enthalten müsse, welche, wie das Rückenmark im vorigen Versuche, auf einen vorübergehenden Reiz eine bleibende Reaction erlassen. Diese Deutung der nachhaltigen Contraction des Herzens erhielt im Fortgang der Versuche eine wesentliche Bestätigung. Ich schnitt ein Stück des Herzmuskels aus, und brachte es ebenfalls in den magneto-elektrischen Strom. Es ergab

sich, daß dieses Muskelstück nie länger in Contraction verblieb, als der Reiz währte, und daß nach Oeffnung der Kette jedesmal augenblicklich Erschlaffung eintrat. Es ist wohl kein Zweifel, daß es dem abgetrennten Muskelstück an Nerven nicht fehlte, aber an einem Centralorgane fehlte es ihm höchst wahrscheinlich, und nur dieser Defect macht erklärlich, warum sich ein Theil des Herzens wesentlich anders verhält, als das Ganze.

Der vollständige Beweis, daß die Ganglien als Centralorgane der sympathischen Nerven dienen, wäre freilich nur dann zu führen, wenn man die Ganglien eines gewissen Organs vollständig exstirpiren und zeigen könnte, daß dann plötzlich und für immer alle diejenigen Thätigkeiten verschwinden, von denen wir wissen, daß sie ohne Mitwirkung von Centralorganen nicht zu Stande kommen. Eine solche Operation ist leider nicht ausführbar und die Exstirpation eines einzelnen Nervenknotens kann kein schlagendes Resultat geben, einerseits, weil die vom Sympathicus versorgten Theile, wie oben bemerkt wurde, ihre Nervenfäden von verschiedenen Punkten her zugeführt bekommen, andererseits, weil die von den sympathischen Nerven ausgehenden Wirkungen meistens nicht auffällig genug sind, als daß ihr künstlich bewirkter Wegfall im Experimente hinreichend hervorstäche. Von Interesse ist jedoch die Beobachtung Henle's, daß die peristaltischen Bewegungen eines ausgeschnittenen Darmes um so lebhafter und complicirter sind, jemehr man von dem Gekröse mit demselben hat in Verbindung gelassen [1]). Diese Thatsache ist unverständlich, wenn man die sympathischen Nerven als Ausläufer des Gehirns betrachtet, begreiflich dagegen bei der Anerkennung der Ganglien als Centralorgane.

Auch die oben mitgetheilte Erfahrung gehört hierher, daß ein exstirpirtes Blutherz seine Pulsationen fortsetzt, ein ausgeschnittenes Lymphherz dagegen nicht, denn schwerlich beruht diese Verschiedenheit des Verhaltens auf etwas Anderem, als daß ersteres Ganglien, also Ausgangspunkte der Innervation, in sich schließt, letzteres dagegen nicht.

E. Von dem Einflusse der Nerven auf vegetative Processe.

Das Thier besitzt das Vermögen, Begegnissen seines Leibes wahrnehmend zu folgen und in dessen Processe als mitwirkende Ursache einzugreifen. Das Princip, von welchem diese Kräfte ausfließen, nennen wir Seele. Abstrahiren wir von dieser, so bleibt uns eine Masse von bestimmter Größe und Gestalt, ein Körper, welcher sich im Laufe der Zeit in der Weise morphologisch entwickelt, wie dies in seinem Keime ideel vorausbestimmt war, ein Organismus, welcher in stetem Stoffwechsel mit der umgebenden Natur, den prädestinirten Typus sich erhält und trotz der rhythmischen Schwankungen, die ihm eigenthümlich sind, doch nicht über die Punkte hinausschwankt, jenseits welcher er seinen Begriff nicht mehr erfüllen würde. So erscheint uns das Thier, wenn wir von der Seele abstrahiren, und zu dieser Abstraction sind wir um so mehr berechtigt, da die Natur sie uns vormacht. Die Pflanze zeigt uns den unbeseelten Organismus in der Wirklichkeit, und gerade darum nennen wir die Seite des Thierlebens, in welcher das Psychische nicht zum Vorschein kommt, die pflanzliche oder vegetative [2]).

---

[1]) Pathologische Untersuchungen. S. 92.

[2]) Auf dem Standpunkte, welchen wir hier einnehmen, gehören alle Bewegungen, welche nicht von Willensacten oder Vorstellungen ausgehen, zu den pflanzlichen, auch wenn sie durch Muskeln bewirkt werden, welche den Pflanzen fehlen. Hieran ist kein Anstoß zu nehmen. Freilich sind die Muskeln überaus verschieden von den Organen,

Wenn wir mit dem vegetativen Leben der Thiere den hier entwickelten Begriff verbinden, so bedarf seine Abhängigkeit vom Nervensysteme keiner weiteren Beweise, denn wir haben in früheren Abschnitten die vielfältigste Veranlassung gehabt, Erscheinungen zu erwähnen, welche diese Abhängigkeit außer Zweifel setzten. Die Fragen, welche uns jetzt noch beschäftigen können, sind vielmehr folgende: 1) Welche Theile des Nervensystems sind es, welche die vegetativen Processe im Thierkörper zu modificiren bestimmt sind? 2) Welchen Zweck hat der Einfluß des Nervensystems auf die thierische Vegetation? 3) Durch welche Mittel wird dieser Einfluß möglich gemacht? — Ich bemerke, daß manche Andeutungen zur Beantwortung dieser Fragen ebenfalls im Vorhergehenden schon gegeben sind.

Was die Frage nach den Theilen des Nervensystems anlangt, so glaube ich, daß mehr oder weniger alle bei den vegetativen Functionen interessirt sind, bei weitem am meisten aber die sympathischen Nerven. — Der große Einfluß des Gehirns ergiebt sich vorzugsweise in den Folgen der Gemüthsbewegungen und Affecte. Es ist hinreichend bekannt, daß diese in die Bewegungen des Herzens und der Eingeweide vielfältig eingreifen, nicht minder bekannt ist, daß deprimirende Gemüthsstimmungen auf die Processe der Ernährung den größten Einfluß ausüben. Was das Rückenmark betrifft, so regiert es die so wichtigen Bewegungen des Athmens, ebenso die Hülfsorgane der Lymphbewegung, und influenzirt durch sein reflectorisches Vermögen wahrscheinlich die meisten jener Bewegungen, welche trotz ihrer äußern Unscheinbarkeit in den Processen der Vegetation sehr wichtig sein können. Indem ein Theil der hier berücksichtigten Bewegungen durch Cerebrospinalnerven vermittelt wird, versteht es sich von selbst, daß auch diese am pflanzlichen Leben Antheil haben, dagegen muß man sich hüten, die Grenzen dieses Einflusses nach den Störungen zu beurtheilen, welche nach Durchschneidung der Nerven eintreten. Da nämlich alle Nerven gemischter Natur sind und neben den Cerebrospinalfasern auch sympathische enthalten, so ist einleuchtend, daß die nachtheiligen Folgen des Durchschnitts möglicher Weise auf Rechnung der einen oder der anderen zu bringen sein könnten.

Prüfen wir die Natur dieser Störungen, so findet sich Folgendes. Sehr oft und fast immer tritt Abmagerung des Theils ein, dessen Nerven durchschnitten sind, die Organe werden welk, schrumpfen zusammen, bisweilen sinkt die Temperatur um einige Grade, und die natürlichen Farben verändern sich, indem entweder ungewöhnliche Blässe oder blaurothe Flecken auftreten. Bisweilen verliert die Haut, deren Nerven durchschnitten sind, das Vermögen, zu schwitzen, und äußere Reize bringen Veränderungen hervor, ohne die passenden Reactionen zu finden; dann erzeugt eine sehr mäßige Hitze Brandblasen, und das Auftreten auf den Fuß, dessen Nerven durchschnitten sind, erzeugt Excoriationen. In seltenen Fällen entsteht auch ohne äußern Anlaß eine Entartung der Theile; es bilden sich Geschwüre, welche mit vollkommener Zerstörung enden.

Verschiedene Gründe machen mir wahrscheinlich, daß die nachtheiligen Folgen der Nervendurchschneidung hauptsächlich von der Trennung der in ihnen enthaltenen sympathischen Elemente abhängen. 1) Treten die oben bemerkten Störungen

---

welche die Bewegungen einer Sinnespflanze vermitteln, aber diese Verschiedenheit, welche in einer vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen höchst wichtig sein würde, ist hier, wo es sich um den Gegensatz des Beseelten und Nichtbeseelten handelt, ganz gleichgültig.

häufiger bei Verletzungen der Nerven selbst, als bei Paralysen und Rückenmarksleiden ein, wahrscheinlich deßhalb, weil in letzteren nur die Medullarfasern, nicht aber die aus anderen Quellen herstammenden sympathischen ihre Thätigkeit einstellen. 2) Fehlen die nachtheiligen Folgen auch bei Durchschneidung und anderweitiger Verletzung der Nerven bisweilen ganz, vielleicht deßhalb, weil die sympathischen Fasern nicht allein in der Bahn der Cerebrospinalnerven, sondern auch in selbstständigen Zweigen und mit den Blutgefäßen den Theilen zugeführt werden. 3) Entsprechen die Störungen, welche nach Durchschneidung der Nerven eintreten, wenigstens einigermaßen der Quantität der sympathischen Elemente, welche sie enthalten. Kein Cerebrospinalnerv ist so reich an sympathischen Fasern, als der N. vagus, aber es ist auch die Durchschneidung keines einzigen mit so eingreifenden Störungen verbunden, als die seinige. Die Respiration wird langsamer, die Ausscheidung der Kohlensäure vermindert sich, die Verdauung erfolgt unvollständig, das Thier unterliegt fast ohne Ausnahme in wenigen Tagen, und die Untersuchung des Cadavers zeigt ziemlich regelmäßig Veränderungen in den Lungen, bisweilen auch im Magen und im Herzen, meistens Veränderungen, welche örtliche Hyperhämie mit Stockung voraussetzen lassen. Ein zweiter Nerv, welcher an dünnen Fasern überaus reich ist, der N. trigeminus, ist ebenfalls dadurch bekannt, daß Verletzungen desselben die auffallendsten Störungen in den Processen des pflanzlichen Lebens mit sich bringen. Von diesen Störungen, welche mit vollständiger Degeneration des Auges enden, ist oben ausführlicher die Rede gewesen, und ich habe hier nur darauf aufmerksam zu machen, daß Durchschneidung der motorischen Nerven des Auges die Nutritionsverhältnisse nicht merkbar verändert. Nun sind aber die Muskelnerven des Auges, wie alle übrigen Nerven willkürlicher Muskeln, ungemein arm an feinen Fasern, so daß hier ein entsprechendes Verhältniß zwischen der Menge dieser Fasern und des Nachtheils der Operation unverkennbar ist. 4) Gehört hierher die schon früher angeführte Erfahrung, daß Durchschneidung des N. trigeminus geringere Störungen veranlaßt, wenn sie, statt außerhalb, innerhalb des Schädels vorgenommen wird. Dieses ganz unerwartete Verhältniß scheint nur darin seine Erklärung zu finden, daß bei Durchschneidung des Nerven in der Schädelhöhle alle jene sympathischen Fasern unverletzt bleiben, welche vom Ganglion Gasseri ihren Ursprung nehmen. (Man vergleiche VI. F.)

Wenn Valentin und Romberg noch vor wenigen Jahren die Regulirung der vegetativen Processe von den sensibeln Nerven ableiteten, so lag dies wohl nur daran, daß man zu jener Zeit die Mischung der Nerven aus medullaren und sympathischen Fasern zu wenig kannte. Es ist ganz richtig, daß vorzugsweise Verletzung sensibler Nerven Störungen im Stoffwechsel nach sich zieht, aber die Thatsache erklärt sich dadurch, daß die sensibeln Nerven, und namentlich die, auf welche man sich berief, Trigeminus und Vagus, reicher an sympathischen Fasern sind, als die motorischen. Romberg sah, daß eine aus der Stirnhaut gebildete Nase erst dann zur Schweiß- und Eiterbildung befähigt wurde, als die Sensibilität in dem neugebildeten Theile erwachte, aber auch diese Erfahrung ist zweideutig. Den Fall gesetzt, daß Schweiß und Eiter nur unter dem Einflusse der Nerventhätigkeit gebildet werden können, was weiterer Untersuchungen bedürfte, wäre immerhin möglich, daß auch diese Absonderungen vom Sympathicus abhingen. Die bei der Operation getrennten sympathischen Fasern mußten zur Wiedergewinnung ihrer Functionen nicht minder heilen, als die sensibeln,

und die zurückgekehrte Sensibilität war gewiß nicht die Ursache der nun eintretenden Secretion, sondern nur das Zeichen erfolgter Heilung. Daß die sensible Faser mit den Nutritionsverhältnissen direct nichts zu thun habe, macht eben der Umstand äußerst wahrscheinlich, daß wir bei Paralysen aus inneren Gründen die Ernährung oft im besten Gange finden.

Wenn bei Durchschneidung der Nerven die Vegetation hauptsächlich darum leidet, weil die in ihnen eingeschlossenen sympathischen Fasern getrennt werden, so sollte, scheint es, Durchschneidung rein sympathischer Aeste mit den auffallendsten Nachtheilen verbunden sein. Dies läßt sich nun nicht nachweisen, aber der Grund mag darin liegen, daß die sympathischen Zweige, welche wir bei unseren Operationen trennen, ungleich seltener als die cerebrospinalen die ausschließliche Bahn abgeben, auf welcher das Nervenagens einem bestimmten Theile zufließt. Vielmehr liegt es, wie oben gezeigt wurde, im Baue der Ganglien, als Plexus und Centralorgane, daß diejenigen Körpertheile, welche sympathische Fasern erhalten, dieselben von sehr verschiedenen Punkten beziehen. Es bleiben also nach Durchschneidung eines sympathischen Astes immer noch andere Zweige übrig, welche die erforderliche Innervation bis auf einen gewissen Grad ermöglichen.

Indeß fehlt es nicht ganz an Beobachtungen, welche zeigen, daß Trennung sympathischer Zweige mit namhaften Störungen des vegetativen Lebens verbunden sind. Am häufigsten ist die Durchschneidung des Sympathicus am Halse vorgenommen worden. Nur Pommer und Valentin, meines Wissens, sahen bei dieser Operation keine Störungen der Nutrition eintreten; dagegen haben Petit, Dupuy, Cruikshank, Molinelli, Arnemann, Meyer, Dupuytren, Brechet, Brachet, Reid und Longet zum Theil sehr auffallende Degenerationen entstehen sehen. Am constantesten tritt Entzündung und selbst Vereiterung des Auges ein, bisweilen bilden sich Ulcerationen, oder schwammige Auswüchse am Kopfe und Halse, und bei Pferden wurde sogar allgemeine Abmagerung und Wassersucht beobachtet. Arnemann sagt, daß bei Verwundung des Vagus und Sympathicus (es scheint gleichseitige Durchschneidung beider auf einer Körperseite gemeint zu sein) anhaltenden Durchfall zur unausbleiblichen (?) Folge habe. Sehr interessant würde Brachet's Beobachtung sein, wenn sie sich bestätigte, daß nach Exstirpation des ganglion cervicale supr. die Störungen noch beträchtlicher ausfielen, als bei bloßer Durchschneidung des Halsstranges. Die Hunde wurden in Folge der Operation schlafsüchtig und dumm, und die anatomische Untersuchung ergab, daß das Gehirn auf der operirten Seite wie mit Blut injicirt, die Hirnhöhlen aber mit reichlichem Serum erfüllt waren.

Joh. Müller und Peipers zerstörten das Nierengeflecht bei Kaninchen, Hunden und Schaafen, und berücksichtigten die Nierenthätigkeit. Nur in einem Falle dauerte die Secretion bei einem Schaafe fort, und im Harn fanden sich außer Hippursäure die Bestandtheile des Blutes. Die Nieren aber wurden nach dem Tode des Thieres jedesmal erweicht und in einem fäulnißartigen Zustande befunden. Aehnliche Versuche hatte früher schon Krimer gemacht. Er fand nach Durchschneidung der Nierennerven im Harn Blutroth und Eiweiß in Menge, dagegen unverhältnißmäßig wenig Harnstoff, ja in einer spätern Periode, wo das Secret statt seines specifischen Geruches einen süßlich faden angenommen hatte, gar keinen.

An diese positiven Erfahrungen schließen sich die oben mitgetheilten negativen. Wir fanden, daß die feinen Fasern, wo sie ausschließlich vor-

kommen, weder zur Leitung des Willens, noch zur Erweckung der Empfindungen geeignet waren, und kommen auf dem Wege der Ausschließung zu dem Schlusse, daß Nerven, welche mit der animalen Seite des Lebens nichts zu schaffen haben, nothwendig mit der vegetativen in Beziehung stehen müssen.

Die Ansicht, daß das vegetative Leben, inwiefern es eines Nerveneinflusses bedarf, hauptsächlich durch sympathische Nerven regulirt werde, erhält durch die anatomischen Untersuchungen die vollständigste Bestätigung. Es ist der Sympathicus, welcher die Organe mit Zweigen versorgt, welche so gut wie ausschließlich den vegetativen Processen dienen, es ist ferner der Sympathicus, welcher mit den Blutgefäßen in alle Organe eindringt, wo diese Gefäße dem Stoffwechsel zu Instrumenten dienen, es ist endlich der Sympathicus, der allen Nerven verstärkende Bündel zuführt, welche bestimmt nicht den Zweck haben, die Innervation, inwiefern sie Dienerin der Seele, also animales Vermögen ist, zu stärken und zu unterstützen.

Man bemerke, daß selbst Diejenigen, welche die Opposition gegen den Sympathicus auf die äußerste Spitze getrieben, nie leugnen konnten, daß er den wesentlichsten Einfluß auf den Theil des Lebens habe, welchen ich als vegetativen dem animalen gegenüberstellte, sondern nur leugneten, daß der Sympathicus seine Wirkungen als selbstständiges System ausübe. Sie behaupteten vielmehr, daß dieser Nerv, dessen Einfluß auf die vegetativen Organe sie anerkannten, ein Ausläufer des Gehirns und Rückenmarkes sei, und lediglich mit Kräften operire, die er von diesen empfange. Das Irrige dieser Hypothese ist oben erwiesen worden.

Es versteht sich nach dem Gange der vorhergehenden Untersuchung von selbst, daß ich die Functionen, die sich im Sympathicus vorfinden, zugleich als die Functionen aller feinen Fasern anerkenne, welche in den Cerebrospinalnerven beiläufig vorkommen. Hiernach wären die dünnen Fasern mit einfachen Contouren die Vermittler derjenigen Nerventhätigkeiten, welche auch an den vegetativen Lebensprocessen des Thieres Antheil haben, die dicken Fasern dagegen mit doppelten Contouren erscheinen als die Diener des Willens und der Empfindung. Dieser functionelle Unterschied ist kein scharf begrenzter, wie überhaupt scharfe Grenzen in der Natur nicht vorkommen, aber er ist dessenungeachtet hinreichend erkennbar, er ist das Ziel, nach welchem der Organismus bei der Bildung von dicken und dünnen Fasern hinstrebt, und nur inwiefern er da ist, wird begreiflich, warum die Mischung der beiden Faserclassen an so feste Gesetze gebunden ist, als wir oben gefunden haben. Jedem Nerven werden die dicken und die dünnen Fasern in verschiedener Menge und nach Maßgabe des Antheils zugemessen, welchen er am vegetativen oder animalen Leben zu nehmen hat. Geht der Nerv zu Theilen, denen nur die pflanzliche Existenz zugewiesen ist, so bedarf er nur der feinen Fasern und wir dürfen uns nicht wundern, wenn wir in den Nerven der unwillkürlichen Muskeln und unempfindlichen Häute entweder ausschließlich oder fast ausschließlich nur solche finden. Verbreitet sich dagegen ein Nerv in Organen, welche sich über die Vegetation zum psychischen Dasein erheben, so müssen den feinen Fasern dicke beigemischt sein, und es erscheint wiederum verständlich, daß die Nerven der willkürlichen Muskeln und der sensibeln Haut diejenigen sind, welche die Markfasern in größter Menge besitzen. Sehr wahrscheinlicher Weise bezieht es sich auf dasselbe Princip, daß die relative Menge feiner Fasern in den Hautnerven der Säuger so ganz constant beträchtlich größer ist, als die der willkürlichen Muskelnerven, wenigstens scheint mir unleugbar, daß erstere weit mehr Antheil am vegetativen

Leben haben, als letztere. Die Vegetation der Muskeln ist beschränkt auf ihr Wachsthum, die Vegetation der Haut nicht. In der Haut sind verschiedene Absonderungen zu besorgen, und diese Absonderungen stehen factisch unter Obhut der Nerven [1]). Bidder und ich waren sogar geneigt, den außerordentlichen Reichthum an feinen Fasern in den Hautnerven der Vögel mit einem Sinken der Empfindung und einem Steigen der Vegetation in Verbindung zu bringen, eine Vorstellung, welche nicht nur durch die geringen Schmerzenszeichen, welche Vögel bei Hautschnitten kund geben und durch den üppigen Wuchs der Federn bei doppelter Mauser unterstützt wird, sondern ganz besonders noch durch den merkwürdigen Umstand, daß die federlose Haut der Beine Nerven erhält, welche an feinen Fasern kaum reicher sind, als die entsprechenden der Säuger. Indeß lege ich auf diese Betrachtung kein großes Gewicht mehr, da allerdings erst entschieden sein müßte, ob der Federwuchs zu den vegetativen Processen gehört, welche den Einfluß der Nerventhätigkeit in Anspruch nehmen. — Wenn übrigens der Bezug der Fasermischung auf animales und vegetatives Nervenleben noch nicht in jedem Falle klar nachweisbar ist, so kann dies einer neu entstandenen Lehre unmöglich zum Vorwurf gereichen, man halte sich an das Gesetzliche der Mischungsverhältnisse im Großen und Allgemeinen, so wird man den Plan der Natur nicht verkennen mögen.

Die zweite Frage, deren Beantwortung uns obliegt, ist die, welchen Zweck hat die Abhängigkeit der Vegetation von den Nerven? Diese Frage sich vorzulegen ist um so wichtiger, je mehr die heutige Physiologie geneigt ist, von dem physikalischen Standpunkte aus, welchen sie einnimmt, die Mitwirkung der Nerven beim Stoffwechsel entbehrlich zu finden. Die interessanten Untersuchungen der Chemiker haben alle Aufmerksamkeit auf die Elemente und deren Bewegung gerichtet, und nun kommt hin und wieder der Gedanke auf, daß wenn man nur Atome und Bewegung hat, alle zum Wachsthum erforderlichen Mächte in pleno beisammen seien. So sagt Valentin mit dürren Worten: die Ansicht, daß die vegetativen Functionen directer organischer Einflüsse bedürfen, ist der Ueberrest einer Zeit, in welcher der Physiologie zwei Hauptstützen, das Mikroskop und die physikalische Untersuchungsweise, zu einem großen Theile fehlten [2]). Freilich wenn es Körper gäbe, die zur Hälfte organisch, zur Hälfte unorganisch wären, wenn denkbar wäre, daß in den Adern unsers lebendigen Leibes ein unorganischer Chemismus sein Spiel triebe, so könnten wir die vegetativen Functionen der organischen Einflüsse entheben und zusehen, welche curiosen Effecte entständen, wenn physikalische Kräfte ohne Mitwirkung der organischen Hälfte unsern Leib bilden und erhalten sollten. Das Mißverständniß liegt auf der Hand. Man kann mit Lotze das organische Geschehen als eine bestimmte Form des physikalischen ansehen, aber man kann nicht annehmen, daß in diese bestimmte Form des Geschehens, die wir organische nennen, ein Unorganisches eingeflickt sei, denn hiermit fällt der Begriff des Organischen sofort zusammen.

Kölliker stimmt zwar Valentin bei, aber erst nachdem er die Worte und hiermit den Sinn des Valentin'schen Ausspruches auf das We-

[1]) Hierher gehörige Thatsachen sind einzeln schon angeführt worden, andere sind hinreichend bekannt. Teleologisch verständlich wird dieser Einfluß der Nerven, wo er als ein regulatorischer auftritt, wie in den Krisen, in der Ausdünstung, welche zur Normirung der thierischen Wärme dient u. s. w.

[2]) Repertorium. Bd. VIII. S. 131.

sentlichste verändert hat. Er leugnet nämlich, daß die vegetativen Functionen directer Nerveneinflüsse bedürfen [1]). Hiermit kehren wir auf den ursprünglichen Stand der Frage zurück, die wir erörtern wollten.

Die Pflanze existirt allerdings ohne Nerven. Insofern nun das vegetative Leben der Thiere jedenfalls das ist, was im Thiere der Pflanze analog ist, scheint es ganz überflüssig, das Nervensystem in diese Sphäre von Wirkungen hineinzuziehen. Die schönen Untersuchungen Schwann's, welche die Analogien im Wachsthum der Pflanzen und Thiere so klar herausstellen, mögen die Zweifel über die Nothwendigkeit der Nerven bei Vielen noch vermehrt haben. — Käme es darauf an, zu beweisen, daß thierische Vegetation auch ohne Mitwirkung der Nerven möglich ist, so würde ich die Anlage des Embryo im Eie für den unzweideutigsten Beweis halten, aber wer sieht nicht, daß auf den Nachweis dieser Möglichkeit gar nichts ankommt? Der Einfluß des Nervensystems auf die vegetativen Processe im Thiere ist eine Thatsache, und es handelt sich zunächst nicht darum, auszuklügeln, ob das organisirende Princip Geschick genug habe, diese Processe, wie in der Pflanze so auch im Thiere, ohne Mitwirkung der Nerven zu Stande zu bringen, sondern vielmehr darum, das Factum des Nerveneinflusses, welches gar keinen Widerspruch zuläßt, aus den besonderen Verhältnissen der Vegetation im Thiere verständlich zu machen.

Die Verhältnisse, unter welchen die Pflanze sich entwickelt, sind im Allgemeinen ziemlich constante, und es wäre mit Bezug hierauf vielleicht möglich, die Masse des Keimes von vorn herein in der Weise zu disponiren, daß sich die Eichel z. B. in diesem bestimmten Boden, unter diesem bestimmten Klima u. s. w. so entwickeln konnte, wie sie sich in der Eiche wirklich entwickelt, paßt der Boden, die Temperatur, der Grad der Feuchtigkeit nicht, so kommt es entweder gar nicht zum Keimen, oder der Trieb macht einen Stillstand im Wachsen, oder geht ganz ein. Diese Abhängigkeit von allen äußeren Einflüssen wird um so größer sein, je weniger einem Organismus Apparate beigegeben sind, welche, ungefähr wie das Sicherheitsventil am Dampfkessel, das Nachtheilige gewisser äußerer Einwirkungen compensiren. Das Thier lebt nun unter viel ungleicheren Verhältnissen als die Pflanze, und dennoch zieht sich durch seine Vegetation ein festerer Typus, als durch die der Pflanze. Das Thier consumirt durch Bewegung einen Theil seiner Masse, und da die Bewegung von seiner Willkür abhängt, so ist die Existenz des Thieres nicht bloß durch feindliche Naturgewalten, sondern noch überdies durch das Spiel seines eigenen Willens gefährdet. Sehen wir trotz aller dieser nachtheiligen Verhältnisse sowohl die Masse als die Form dem ursprünglichen Typus treu bleiben, so dürfen wir annehmen, daß die Thiere vor den Pflanzen Organe voraushaben, welche sich zur Compensation derjenigen äußeren Einwirkungen eignen, die durch das Schwanken ihrer Größen die beabsichtigte Form der Entwicklung zu verwirren drohen.

Ein organischer Apparat, welcher den Ansprüchen genügen sollte, die wir so eben an ihn machten, muß einerseits empfänglich sein für alle Veränderungen, welche an irgend einem Punkte des Thierleibes hervorgerufen werden, andererseits aber sich eignen, Rückwirkungen auszulösen, welche unpassende Einwirkungen vernichten können. Kein organisches System eignet sich hierzu in gleichem Maße, als das Nervensystem, welches durch sensible Fasern die äußeren Eingriffe wahrnehmen und durch motorische denselben be-

---

[1]) a. a. O. S. 32.

gegnen kann. Ich verstehe aber unter sensibeln Fasern hier nur receptive, denn das Nervensystem, als Regulator der Vegetationsprocesse, bedarf nicht nur der Empfindung und willkürlichen Bewegung nicht, sondern wir haben im Gegentheile Grund, anzunehmen, daß die Nerven, welche jene regulatorischen Acte vollziehen sollten, dem Einflusse der Seele geflissentlich entzogen wurden. Das Mitwissen der Seele um alle störenden Einwirkungen, die compensirt werden mußten, konnte nichts nutzen, wohl aber durch das Chaos sich unaufhörlich kreuzender Empfindungen schaden. Noch weniger nutzen, vielmehr nur schaden konnte das launenhafte Eingreifen der Willkür in reactive Bewegungen, denn die Seele ist fern davon, die Mittel zu kennen, durch welche im vorkommenden Falle sich helfen läßt. Die Hauptsache ist, daß gerade durch das Seelenleben, durch das Spiel der Vorstellungen und Willkür, eine Masse von Veränderungen in den Stoffwechsel introducirt werden, welche ihre Compensation nur in Organen finden konnten, deren bewußtlos vernünftiges Wirken durch ein derartiges Spiel nicht zu stören war[1]).

So scheint denn der Gegensatz eines doppelten Systems von Nerven, deren eins vorzugsweise dem animalen, das andere dem vegetativen Leben dient, auch a priori gerechtfertigt, jedenfalls aber scheint mir erwiesen, daß die Subsumtion der vegetativen Processe unter den Einfluß der Nerven nichts Zweckloses ist. Ein specieller Beweis, daß die Nerven derartige Regulationen der vegetativen Processe besorgen, wie im Obigen behauptet wurde, ist kaum nöthig, nur beispielsweise werde an den Zusammenhang zwischen willkürlicher Bewegung, Kreislauf und Athmen erinnert. Wir können uns nicht willkürlich bewegen, ohne die Zahl der Pulsschläge zu steigern, und der Puls kann nicht häufiger werden, ohne eine Beschleunigung des Athmens nach sich zu ziehen. Der vermehrte Verbrauch im Muskel verlangt schnellere Blutzufuhr, und der schnellere Umsatz des Blutes verlangt beschleunigte Restauration im Athmungsproceß. Die Störung im Stoffwechsel, welche vom Willen ausging, wird hiermit ausgeglichen, und die Nerven sind es, welche durch Regulation der organischen Bewegung die Ausgleichung zu Stande bringen.

Die letzte Frage, welche beantwortet werden sollte, nämlich durch welche Mittel die Nerven ihren Einfluß auf die vegetativen Processe geltend machen, ist hiermit zur Hälfte schon beantwortet. Die Nerven wirken durch das Mittelglied der Bewegungen, die sie auslösen, ja ein großer Theil dieser Bewegungen gehört selbst in die Sphäre des vegetativen Lebens, wie diese oben ausdrücklich bestimmt wurde.

Daß die Größe der Bewegung, welche von den motorischen Nerven regulirt wird, in die Verhältnisse der Vegetation auf's Tiefste eingreife, ist zu bekannt, um eines ausführlichen Beweises zu bedürfen. Jedermann weiß, daß die Häufigkeit und Kraft des Pulses und der Athembewegungen nicht ohne merklichen Einfluß auf den Stoffwechsel ist. In einigen Fällen ist es sogar möglich, den Einfluß der veränderten Bewegung auf den Gang der Vegetation einigermaßen rechnend zu verfolgen. Dies kann mehr oder weniger bei copiösen Ausleerungen oder umgekehrt bei Retentionen eintreten. Nach den genauen Untersuchungen von Vierordt ergiebt sich eine sehr bestimmte Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes der ausgeathmeten Luft von der Häufigkeit der Athembewegungen[2]). Ein belehrendes Beispiel, wie Be-

[1]) Die vorstehenden Betrachtungen bieten nichts Neues, sondern wiederholen nur, was Lotze in dem Artikel »Leben« mit so vielem Scharfsinn entwickelt hat.

[2]) Archiv für physiologische Heilkunde. III, S. 536.

wegungen in die Nutrition eingreifen, liefert auch der wassersüchtige Zustand der Frösche, welcher nach Zerstörung des Rückenmarkes eintritt, wenn man die Thiere im Wasser aufbewahrt. Mit jener Operation verschwindet die Bewegung der Lymphherzen, die zur Endosmose geeignete Haut nimmt Wasser in Menge auf, aber indem das Pumpwerk fehlt, welches im unversehrten Thiere die aufgesogene Masse wieder fortschafft, entsteht Wassersucht, die nach den Erfahrungen von Valentin, Stilling und Bidder mit förmlicher Maceration der Theile enden kann. In diesem Falle liegt der regulatorische Apparat im Rückenmarke, in anderen Fällen und wahrscheinlich viel häufiger liegt er im sympathischen Systeme. Am meisten zu berücksichtigen ist wohl die Regulirung des Tonus der blutführenden und absondernden Gefäße. Mit dem Tonus vermindert sich, mit Atonie vermehrt sich die Durchgängigkeit der Gefäßhäute, daher tritt im letzten Falle vermehrte Durchschwitzung ein. Henle hat durch eine vortreffliche Zusammenstellung zahlreicher Thatsachen erwiesen, was a priori vermuthet werden mußte, daß die durch Atonie vermehrte Exsudation auch den Chemismus betheilige. Es schwitzen durch die aufgelockerten Gefäßwandungen nicht alle Bestandtheile des Blutes mit gleicher Leichtigkeit durch, vor Allem können nur Theile, die im Serum aufgelös't sind, durchschwitzen, und so entstehen Mischungsfehler mit Bezug auf die näheren Bestandtheile. Henle zeigt, daß der Ueberschuß gewisser Stoffe im Entzündungsblute sich durch das Minus des Serums erklärt, welches mit der Exsudation aus den atonischen Gefäßen ausgetreten. Er sucht wahrscheinlich zu machen, daß der Eiweißgehalt der Exsudate von der Durchgängigkeit, also dem Tonus der Gefäße, abhängig sei [1]). Bedarf diese Theorie auch noch der Bestätigung, so ist doch aus den Erscheinungen der Endosmose gewiß, daß der Spannungsgrad thierischer Membranen auf den Durchgang gewisser Stoffe Einfluß hat, und wir haben hinreichenden Grund, anzunehmen, daß die Beschaffenheit der Milch, der Galle, des Saamens und des Harns unter dem Einflusse des Tonus steht, der durch die sympathischen Nerven allem Anscheine nach regulirt wird.

Nach dem Mitgetheilten kann es befremden, daß man von einigen Seiten so sehr sich scheuete, den Einfluß der Nerven auf den organischen Chemismus zuzugeben. Indeß vermuthe ich, den Grund des Mißverständnisses gefunden zu haben. Man meinte den Elementen und den in ihnen wirkenden Verwandtschaften etwas zu vergeben, wenn man sie unter die Botmäßigkeit der Nerven stellte. Aber der Irrthum lag darin, daß man durch diese Abhängigkeit die Bedeutung der chemischen Kräfte geschmälert glaubte. Natürlich können weder die Nerven noch irgend eine organische Kraft die den Elementen anhaftenden Qualitäten verändern, allein die Wechselwirkung der Elemente hängt durchaus nicht allein von diesen Qualitäten, sondern noch überdies von äußeren Bedingungen ab. Stoffe, welche sich bei gewissen Temperaturen anziehen, stoßen sich ab bei anderen, und Atome, die bei einem gegebenen äußern Verhältnisse die Substanz A bilden, produciren unter anderen Verhältnissen die Substanz B. Die chemische Action ist also eine Resultante aus den Wirkungen gewisser Elemente und gewisser von diesen unabhängigen Kräfte. Im lebenden Körper befinden sich nun die Elemente unter anderen Verhältnissen als im nicht lebenden, und daß dies auf die chemischen Vorgänge einen wesentlichen Einfluß ausübe, ist längst bekannte Thatsache. Die Frage kann also nur die sein, ist das Nervensystem im

[1]) Henle's und Pfeuffer's Journal für rationelle Medicin. II, 115.

Stande, derartige Veränderungen der organischen Verhältnisse herbeizuführen, daß dieselben als Factoren zur Resultante der chemischen Action mitwirken? Dies zu bezweifeln ist nicht der mindeste Grund vorhanden. Liebig hat nachgewiesen, wie durch einfache Molecularbewegungen chemische Kräfte in's Spiel gesetzt werden, welche in den ruhenden Substanzen nicht zum Vorschein kommen, er hat kein Bedenken getragen, die räthselhaften katalytischen Erscheinungen auf derartige Molecularbewegungen zurückzuführen, die Chemie erkennt also an, daß unter Umständen die physikalische Bewegung der Regulator der chemischen ist. Indem nun die motorischen Nerven in zahlreichen Fasern Contractionen vermitteln, begründen sie eins der verschiedenen Momente, von welchen die chemische Action abhängt.

Indeß ist die Bewegung bestimmt nicht das einzige Mittel, durch welches die Nerven in den Stoffwechsel eingreifen. Die Nerven verursachen Contractionen in den Muskeln, es fragt sich, wodurch? Obschon wir leider keine Antwort auf diese Frage haben, so wird man doch wahrscheinlich finden, daß eine Kraft, welche eine wechselseitige Anziehung zwischen den kleinsten Muskeltheilchen veranlaßt, wohl auch zur Vermittlung chemischer Processe geeignet sein werde. Wir haben manche Andeutungen, daß durch die Thätigkeit der Nerven Wärme und Elektricität entbunden werde, geschähe dies ohne den Vorgang von Bewegungen, wie leicht möglich, da diese vielmehr von jenen abhängen könnten, so hätten wir Ursachen zu chemischen Wirkungen in Fülle. — —

Der kurze Abriß der Neurologie, welchen ich im Vorhergehenden geboten habe, wird nicht nur den Beweis liefern, wie viel in diesem Gebiete noch zu thun übrig bleibe, sondern auch, wie ungemein schwer es sei, einen Boden zu gewinnen, auf welchem die Untersuchung mit Sicherheit vorwärts schreite. Diese Schwierigkeit wird zum Nachtheil der Wissenschaft von Vielen unterschätzt. Man hört so viel von der Exactheit der heutigen Neurologie und von den Riesenfortschritten, die sie gemacht, und es ist schwer, sich hierbei gewisser Bedenken zu entschlagen. Manche Arbeiten freilich erscheinen im pompösen physikalischen Gewande, aber man darf das Mäntelchen nur lüften, um die Armuth, wo nicht die Liederlichkeit zu erkennen, die darunter steckt. Die Nervenlehre, wie die Physiologie überhaupt, ist keine exacte Wissenschaft, sie läßt die Anwendung von Maaß und Gewicht nur in den seltensten Fällen zu, und der Organismus spottet im Allgemeinen unserer physikalisch-chemischen Proceduren, nicht weil er den physischen Gesetzen entzogen ist, sondern weil sich die durch die Massen gesetzten Wirkungen und Gegenwirkungen alsbald in dem Grade compliciren, daß jede mathematische Verfolgung derselben unmöglich wird. Daher besitzen wir auch zur Lösung der vorliegenden Probleme ein verhältnißmäßig geringes Material, überall finden sich Lücken in den erforderlichen Thatsachen, welche nur durch Hypothesen ausgefüllt werden können, und das subjective Meinen, so gern es sich hinter peremtorischen Ausdrücken versteckt, ist nirgends häufiger, als in der Nervenlehre. Bei so schwankendem Boden, auf welchem die Wissenschaft ruht, ist an ein Vorwärtskommen gar nicht zu denken, wenn nicht die Thatsachen und die hypothetischen Betrachtungen sorgfältig auseinander gehalten werden. Dies zu leisten ist schwierig, und mißlingt nicht selten beim besten Willen. Ich habe in dem Vorhergehenden mehre Belege gegeben, wie sich Hypothesen allmälig als Thatsachen geltend machten, und hoffe der Wissenschaft einen Dienst geleistet zu haben, indem ich ihnen andere Hypothesen, als das zweite Mögliche, gegenüberstellte. A. W. Volkmann.

Nieren und Harnbereitung.

1. Man wird es einer anatomischen Darstellung der Nieren an diesem Orte gestatten, daß sie sich nur auf eine Erörterung der feineren, für die Physiologie insbesondere interessanten Verhältnisse beschränkt, indem sie den Lehrbüchern der Anatomie das Ausführliche der gröberen Theile überläßt.

Die Arteria renalis beginnt ihre Vertheilung in Capillaren, mit wenigen für den Harnleiter bestimmten Ausnahmen, zuerst an der Grenze zwischen Cortical= und Medullarsubstanz der Niere und zwar in der Art, daß sie an dieser Stelle ihre sämmtlichen Aeste in die Corticalsubstanz der Niere sendet. Diejenigen Zweige, aus welchen unmittelbar die Capillaren ausgehen, treten in meist directem Wege an die Oberfläche der Niere, auf welcher sie, sofern dies überhaupt geschieht, selbst als Capillaren anlangen. Diese kleinsten, gegen die Oberfläche nach allen Richtungen hin aufsteigenden Zweige, liegen nun in bestimmten, kleinen Abständen von einander, so daß Zwischenräume zwischen denselben bleiben, die ihre längste Dimension in der Richtung der Dicke der Corticalsubstanz besitzen. In diese Räume erfolgt nun die Capillarenvertheilung; und zwar gehen meist in kleinen Abständen nach zwei entgegengesetzten Seiten die Capillaren unter rechten oder stumpfen Winkeln von den ebenbezeichnet aufsteigenden Aesten ab, und münden immer nach einem kurzen, meist geraden, seltener geschlängelten Verlauf in ein sogenanntes Malpighi'sches Körperchen. Dieses Körperchen ist nämlich in seinem wesentlichen Theile nichts Anderes, als eine weitere Vertheilung des beschriebenen (primären) Capillarenästchens, die hier in mannichfacher Weise stattfindet, hauptsächlich aber in der Art, daß sich diese primäre Capillare in 4 — 8 Zweige spaltet. Jeder dieser Zweige bildet nun wieder einen engen Bogen, der von der Theilungsstelle ausgeht und beinahe zu derselben zurückkommt. Diese einzelnen Bogen liegen sehr gedrängt neben einander und hangen durch viele Anastomosen zusammen. Sind diese Bogen bis nahe zu dem Ursprungspunkt zurückgekehrt, so vereinigen sie sich sämmtlich wieder zu einem Gefäße, welches meist von engerem Caliber als das sich vertheilende und unmittelbar neben demselben, seltener auf der entgegengesetzten Seite gelegen ist. Dieser so eben beschriebene kleine Gefäßknäuel liegt nun durchaus frei und ohne von Zwischensubstanz getragen zu werden in einer bald mehr bald weniger eng sich an ihn anschließenden Kapsel, welche bei Menschen und Säugethieren aus einer structurlosen sehr feinen Membran besteht. — Man sieht diese Verhältnisse namentlich deutlich bei frischen, mit Leimmasse injicirten und fein geschnittenen Präparaten unter Anwendung hoher Vergrößerungen, wobei sich auch zeigt, daß die Haut der Kapsel von den meist dicht neben einander liegenden, ein= und austretenden Gefäßen des Malpighi'schen Körperchens durchbrochen wird. Hat nun das Gefäß, welches die anastomosirenden Bogen des Malpighi'schen Körperchens sammelt, die Kapsel

durchbrochen, so tritt es weiter gegen die Mitte des vorhin erwähnten Zwischenraumes und theilt sich hier meistens von Neuem in mehre Aestchen, welche mit den sämmtlichen, aus den unmittelbar neben- und gegenüberliegenden Knäuelchen austretenden Gefäßen ein engmaschiges Netz bilden. Dieses Netz geht somit fortlaufend durch den von zwei (oder vier?) Glomeruli-Reihen gebildeten Zwischenraum hin. An der Grenze zwischen Cortical- und Medullarsubstanz wird dieses Netz allmälig weitmaschiger und endlich senken sich gestreckte, durch weniger Queranastomosen zusammenhängende Gefäße in die Medullarsubstanz, in welcher sich einzelne bis zur Oberfläche der Papillen erstrecken, wo sie mit den Gefäßen der Schleimhaut der Papillen communiciren. — Verfolgen wir die Enden der feinsten gegen die Nierenoberfläche aufsteigenden Arterienästchen, so finden wir, daß diejenigen derselben, welche auf die Oberfläche der Nieren gelangen, sich ohne vorher Glomeruli zu bilden in ein engmaschiges Netz ergießen, welches mit den vorhin beschriebenen Netzen zusammenhängt und die äußerste Oberfläche des Organs deckt. Zum Theil aber dringen andere Aestchen dieser durchtretenden Gefäße in den umliegenden Panniculus adiposus. —

Bemerkenswerth erscheint endlich noch die Eigenthümlichkeit unseres arteriellen Systems, daß die Arterienäste niederer Ordnung nie mit den nebenliegenden außer durch Capillaren anastomosiren, wodurch die Bequemlichkeit entspringt, daß man jedes einzelne Nierenstück, wenn es nur die Ausstrahlung eines Astes ganz enthält, abgesondert injiciren kann.

Aus sämmtlichen oben beschriebenen Capillaren treten nun auf verschiedene Art die Venen zusammen. Zunächst kommen auf der Oberfläche der Niere aus dem umliegenden Fett, und aus den Capillaren des zuletzt beschriebenen peripheren Netzes sternförmige Venen zur Ansicht, welche in die Corticalsubstanz eindringen und von allen Seiten her aus den zwischen den glomerulis liegenden Netzen feine Venenstämmchen aufnehmen, und sich bis zu den Grenzen zwischen Rinden- und Medullarsubstanz erstrecken. Außerdem aber enden Venen an demselben Punkte, welche aus den Capillaren der Medullarsubstanz ihr Blut beziehen, so daß es also scheint, als bildeten die in der Marksubstanz verlaufenden Gefäße Bogen, welche eine ähnliche Gestalt wie diese Substanz mit ihren Papillen auf dem Längendurchschnitte besitzen.

In dieser Darstellung des Gefäßverlaufes stimmen die besten Anatomen, welche sich mit dem vorliegenden Gegenstande beschäftigt haben, überein, namentlich Huschke, J. Müller, E. H. Weber, R. Wagner, Krause, Bünger und Bowman, denen ich mich nach meinen Untersuchungen anschließen muß[1]).

So einstimmig die besseren Anatomen nun auch jetzt über den Blutgefäßverlauf sind, so groß sind die Differenzen über den Verlauf und namentlich die Enden der Harnkanälchen. Nach den Untersuchungen sämmtlicher vorhin erwähnter und auch älterer Anatomen steigen von den Papillen die einzelnen Harnkanälchen in der Marksubstanz gerade aufwärts und theilen sich öfter unter spitzen Winkeln dichotomisch, wobei die aus einer Röhre entstehenden zahlreichen Kanälchen um Nichts oder um ein Geringes enger sind, als das ursprüngliche Röhrchen. Wenn die Kanälchen in die Rindensubstanz eingetre-

---

[1]) Ich habe es hier unterlassen, die in den Lehrbüchern der Anatomie gewöhnlich angegebenen Messungen beizufügen, theils weil sie nach der Zubereitung der Präparate mit bis jetzt ganz unvermeidlichen Fehlern behaftet sind, und theils weil sie eben deßhalb für die physiologische Deutung nicht mehr leisten können, als dies die bloßen Schätzungen ohne Maßstab vermögen.

ten sind, schlängeln sie sich vielfach, und indem sie hier in dichten eng aneinander geschlossenen Bündeln in den Zwischenräumen liegen, welche sich zwischen den oben beschriebenen Glomerulireihen befinden, steigen sie gegen die Oberfläche der Niere auf. In diesem Verlaufe durch die Rindensubstanz werden sie durch das aus den glomerulis austretende Blutgefäßnetz umsponnen. Wie nun aber die Harnkanälchen in diesen Zwischenräumen endigen, ist bis jetzt noch Gegenstand der lebhaftesten Discussion unter den Anatomen. Während man schon die ältere von Müller besonders vertretene, von R. Wagner und Krause nur zum Theil angenommene Ansicht, daß die Harnkanälchen beim Menschen blind endigen sollten, durch die Untersuchungen von Weber, welchen ich beigetreten war, widerlegt glaubte und die Nieren zu den Drüsen mit netzförmigen Gängen zählte, ist der Streit durch die Beobachtungen von Bowman von Neuem aufgefrischt worden. Nach diesen Beobachtungen nämlich sollen die Harnkanälchen, nachdem sie in der Corticalsubstanz in der bekannten Weise emporgestiegen sind, plötzlich umbiegen, und sich wieder abwärts wenden, dann sich verengen und hierauf zu einem blinden Säckchen anschwellen, welches als schon erwähnte Kapsel den Glomerulus umgiebt. Gegen diese Meinung haben sich nun Huschke, Hyrtl (und E. H. Weber) und Reichert (Bidder) nach Untersuchungen an Fisch-, Amphibien- (Proteus und Rana), Vogel- und Säugethier-Nieren erklärt, während sie J. Müller nach Analogie eines besondern Vorkommens bei den Myxinoiden für richtig hält. — Wenn ich nach meinen Versuchen, welche ich in reichlicher Zahl bei Säugethieren und Amphibien angestellt habe, entscheiden soll, so muß ich mich dahin erklären, daß die von Bowman behauptete Structur sich an den Nieren der Coluber nachweisen läßt, während für die übrigen von mir untersuchten Amphibien- (Boa constrictor und Rana) und die Säugethiernieren sie sich wahrscheinlich machen, aber nicht mit Bestimmtheit erweisen, zum mindesten aber auch nicht mit Sicherheit widerlegen lasse. — Da in den Nieren der Amphibien, besonders der Coluber natrix, die Harnkanälchen und Gefäße nicht so gedrängt liegen, so eignen sie sich vor allen zur Entscheidung unserer schwierigen Streitfrage. Injicirt man eine Niere von Coluber mit Leimmasse und verfertigt sich dann feine Schnitte, welche man durch sehr gelinde Zerrung und darauf folgenden Druck höheren Vergrößerungen (140 Lin.) zugänglich macht, so erkennt man, freilich unter vielen Stücken nur selten, daß die Harnkanälchen, welche an ihrem Epithelium so leicht kenntlich sind, sich in die Kapsel der Glomeruli fortsetzen. Unter diesen Bildern, welche, wie Reichert ausführt, viele Quellen der Täuschung enthalten, habe ich nur diejenigen für beweisend erklärt, bei welchen ich die in der Flüssigkeit der Harnkanälchen schwimmenden Partikeln durch wechselnden Druck bald in die Kapsel, bald in das Harnkanälchen treiben konnte; Präparate, welche unter dieser Voraussetzung gewiß keine Täuschung mehr zulassen. — Viel schwieriger muß es bei Fröschen sein, ein solches Präparat zu erhalten, da mir hier gleiche Versuche trotz öfterer Wiederholung keine ähnlichen Bilder haben gelingen lassen; ganz deutlich war mir nur zuweilen an abgerissenen Harnkanälchen die von Bowman gezeichnete Verengung mit ihrem eigenthümlichen Epithelium. — Vortreffliche Injectionen (nach dem früheren Maßstabe) der Harnkanälchen vom Ureter aus bei Boa und ebensolche bei Coluber haben freilich dies eben ausgesprochene Resultat nicht bestätigt, indem sich bei ihnen stumpfe, nicht angeschwollene Enden zeigten, welche in keiner Beziehung zu den glomerulis standen. Dieses negative Resultat kann ich aber mit Bowman nicht als eine Widerlegung gelten lassen, weil immer Injectionen von ursprünglich mit Flüssigkeit gefüllten Kanälen, welche stumpf

endigen, eine unüberwindbare Fehlerquelle enthalten. — Bei Säugethiernieren aber ist mir trotz unzähliger Versuche nach der bei Coluber angewendeten Methode nie ein Bild zu Augen gekommen, welches in klarer Weise die Bowman'sche Ansicht bestätigte. Denn bei der immer großen Menge der sich kreuzenden und übereinander legenden Kanäle, welche man bei weniger fein präparirten Stücken erhält, ist das Ansehen der Präparate zu zweifelhaft; zerreißt man aber die Stücke zu weit, so erhält man immer, und dies aber mit Leichtigkeit, Präparate, in welchen die Kapsel keinen Fortsatz in die Harnkanälchen zeigt. Trotzdem daß ich letzteres Ergebniß fast constant sah, möchte ich es doch nicht als Gegenbeweis gelten lassen, weil auch die in die Capsel tretenden Blutgefäße sehr häufig so scharf abreißen, daß man durchaus nicht im Stande ist, ihre Eintrittsstelle in die Kapsel zu bestimmen. Aehnliche Präparate, als die eben beschriebenen, haben Reichert veranlaßt, gegen die Bowman'sche Ansicht aufzutreten; er macht namentlich geltend, daß er oft $^2/_3$ der ganzen Kapsel übersehen habe, ohne einen abgerissenen Fortsatz zu bemerken, was mir bei der großen Zartheit und Durchsichtigkeit der Membran nicht entscheidend zu sein scheint. — Injectionen durch den Ureter sind bei Säugethieren noch weniger entscheidend, als bei Amphibien. — Die von Bowman angewendete Injectionsmethode von Doyère aber giebt, wie ich mich durch mehrfache Repetition überzeugt habe, Bilder, welche zwar den Bowman'schen ähnlich sehen, aber alle diese haben leider so oft ein verwaschenes Ansehen, daß sie trotzdem, daß man zu dem Malpighi'schen Körper 3 Kanäle, zwei feinere (Arterie und Vene) und ein gröberes (das Harnkanälchen?), treten sieht, doch nicht für beweisend angesehen werden können. Jeder, der sich eine Niere auf diese Art mit Vorsicht injiciren, mehre hundert Schnitte von ihr fertigen und diese in Wasser gelind abspülen will, wird, seien die Präparate frisch oder getrocknet, einzelne solcher freilich unvollkommener Darstellungen erhalten. — Endlich sprechen für die Bowman'schen Behauptungen die bekannten Extravasationen, die man oft nach Injection der Blutgefäße in den Harnkanälchen der Rindensubstanz findet; wären solche Injectionen nicht überhaupt unsicher, so würde man sie für fast beweisend erklären, ein so täuschendes (?) Bild liefern oft die feinen Durchschnitte der Rindensubstanz; es sind dieselben um so lockender, wenn sich nirgends anders als in den Harnkanälchen Extravasat findet.

Die Harnkanälchen sind ihren anatomischen Elementen nach aus einer structurlosen Haut und einem dieselbe auskleidenden Epithelium eigener Art zusammengesetzt. Es besteht dieses letztere aus bald mehr bald weniger großen, runden, abgeflachten Zellen, von denen die größeren einen Kern enthalten, während ihn die kleineren entbehren; in der Corticalsubstanz liegen diese Zellen weniger gedrängt, gedrängter in der Medullarsubstanz, nie aber so, daß sie polygonale Formen bilden. Nichts destoweniger hängt dieses Epithelium fest zusammen, so daß man aus den Papillen der Kanälchen deutliche röhrenartige Stücke desselben auspressen kann. — Bei der Untersuchung dieses Epitheliums ist Essigsäure ein unentbehrliches Hilfsmittel. — Bowman hat die Behauptung aufgestellt, daß die Kapseln der Glomeruli (seine Enden der Harnkanälchen) mit Flimmerepithelium ausgekleidet seien. — Diese Thatsache erkannte ich für die Nieren der Sommerfrösche für richtig, wie es auch Valentin schon bemerkte und wie mir Professor Bischoff mündlich mittheilte; wenn man unmittelbar nach der Decapitation der Sommerfrösche die Nieren untersucht, so wird man unzweifelhaft unsere Behauptung bestätigt finden. Bei Fröschen dagegen, welche mehre Monate im Winterschlaf gelegen hatten, und

bei welchen alle übrigen Epithelialtheile der Harnkanälchen in bester Form ausgebildet waren, fehlte dieses Flimmerepithelium. An den Nieren eben getödteter Hunde, Katzen und Kaninchen konnte ich dagegen nie ein Epithelium der Kapsel gewahren.

Bowman, Goodsir und Reichert lassen die Blutgefäße und Harnkanälchen in der Niere durch ein eigenes Bindegewebe vereinigt sein, welches sie structurlos nennen, das nach Reichert in inniger Beziehung zu den Kapseln der Glomeruli stehen, und in der Medullarsubstanz in dickeren Lagen als in der Rindensubstanz vorhanden sein soll. Mir scheint die Annahme von Bindegewebe irgend einer Art in der Rindensubstanz sehr gewagt zu sein, und zwar deßhalb, weil, wenn man ein kleines Stück Nierensubstanz unter dem Mikroskope preßt, die einzelnen dieses Stück constituirenden Theile mit großer Leichtigkeit aus einander treten, es sei denn, daß sich die verschiedenen Harn- oder Blutgefäße innig in einander verschlungen hätten. Anders verhält es sich dagegen in der Marksubstanz, in welcher Blut- und Harngefäße sehr fest an einander geheftet sind. Es scheint in dieser also die Annahme eines structurlosen Bindegewebes eher gerechtfertigt.

Ueber den Verlauf der Nerven in den Nieren hat Pappenheim Beobachtungen mitgetheilt, nach welchen sich die mit den Arterien in die Nieren steigenden Nerven bis zu Aesten von $1/9'''$ Durchmesser verfolgen ließen; diese Nerven endigten mit Endschlingen, und seien nicht wie die Nerven der Nebennieren auf ihrem Verlaufe mit Ganglienkugeln versehen. — Ersteres Resultat muß ich bestätigen, indem man bei aufmerksamer Verfolgung der Nerven sie allerdings bis zu den feinsten noch präparirbaren Aesten verfolgen kann. Bei diesen genauen Präparationen stellt sich ferner heraus, daß jeder Ast der Arterie einen Nervenzweig erhält, welcher bis zur weitern Theilung an der nächsten Arteriengabel an Dicke nicht abzunehmen scheint. Dieses Verhältniß scheint nun allerdings darauf hinzudeuten, daß die Enden der Nerven in dem Nierengewebe selbst zu suchen seien. Mir ist es jedoch nie geglückt, ein solches Präparat zu sehen, trotzdem, daß ich viele tausende von Nierenschnitten unter hohen Vergrößerungen (140 bis 300 Lin.) untersucht habe. Nach diesem Ergebniß scheint mir der Ort und die Art der Nervenendigung sehr problematisch. Der Grund, warum eine definitive Entscheidung aber so schwer wird, scheint mir zum Theil wesentlich darin zu liegen, weil man im speciellen Falle immer noch so sehr im Unklaren ist, was man unter einem Nervenelement verstehen soll; deßhalb wage ich auch nur meine eben ausgesprochene Ansicht zu vertreten, wenn man darunter Nervenröhren mit deutlichem Inhalt und deutlicher Hülle versteht. — Bemerkenswerth erscheint mir noch die Thatsache, daß die Nierenvenen an keiner Stelle Nerven erhalten, obgleich häufig die Nerven zwischen einem Venen- und Arterienast mitten inne liegen. Am deutlichsten überzeugt man sich hiervon, wenn man eine frische Ochsenniere untersucht, weil bei dieser die Nerven durch ihr glasartiges Ansehen sehr deutlich von den umliegenden Geweben erkannt werden. — In Rücksicht auf die Elementartheile der Nierennerven verdient noch Erwähnung, daß die Pappenheim'sche Aeußerung über die Abwesenheit der Ganglienkugeln eine Beschränkung verdient. Es sind mir öfter sehr schöne ovale Ganglienkugeln, welche aber weder Fortsätze noch Faden besaßen, begegnet. — Die Faserelemente sind die gewöhnlichen des Sympathicus, eine sehr überwiegende Menge Bindegewebsfibrillen, breitere äußerst blasse Fasern, und endlich eine Anzahl deutlicher Röhren, von denen die feineren nur theilweise doppelt contourirt sind, die breiteren dagegen,

welche die seltensten dieser Primitivtheile sind, besitzen eine deutliche doppelte Contour, und schon frühe nach dem Tode ein schönes Primitivband. Nennt man nur diese letzten Röhrenelemente Nerven, so zählt die Niere gewiß zu den nervenärmsten Theilen, da man in einem stärkern Aste des Nerven oft nur wenige dieser Röhren findet. Ein Verhältniß zwischen den feineren und gröberen Fäden anzunehmen, ist wegen der ungleichmäßigen Vertheilung derselben in den verschiedenen Aesten unmöglich.

Eine chemische Untersuchung der Niere, welche nur einigermaßen dem Standpunkte der mikroskopischen Anatomie und der organischen Chemie entspräche, existirt nicht. Die von Berzelius und Lehmann bekannt gemachten Versuche über den Eiweißgehalt der Niere und dergleichen sind so wenig geeignet, uns einigen Aufschluß zu geben, daß es rathsamer ist, hier dieselben ganz zu übergehen, ebenso wie es hier nicht am Ort zu sein scheint, die Schwierigkeiten, welche sich der chemischen Untersuchung der Nieren, wie ich aus Erfahrung weiß, entgegensetzen, weiter zu berühren —

II. Die mannichfachen und complicirten Einrichtungen unserer Drüse und die schon früher vorhandenen ausführlichen Analysen des Harns haben vor allen anderen die Aufmerksamkeit der Physiologen auf sich gezogen und sie veranlaßt, den Versuch zu wagen, ob es möglich sei, sich eine klare Vorstellung von dem Einzelhergange der Harnbereitung zu entwerfen. Es haben aber alle diese Versuche bis jetzt nur zu einer Reihe von mehr oder weniger klaren Hypothesen geführt, die, obgleich noch durchaus unbewiesen, doch wichtig genug sind, um dem Leser vorgeführt zu werden.

Die erste Frage, deren Beantwortung für unsere Betrachtungen von fundamentaler Wichtigkeit ist, ist diejenige, ob unsere Drüse den Harn aus entfernteren Bestandtheilen des Blutes bereitet, oder ob sie sämmtliche Bestandtheile ihres Secrets aus dem Blute schon fertig gebildet erhält. — Für einzelne Bestandtheile des Urins ist es durch die bekannten Versuche von Dumas, Wöhler, Stehberger, Simon, Marchand u. s. w. und durch pathologische Thatsachen (Gicht) erwiesen, daß sie nicht in den Nieren erst gebildet, sondern durch dieselben nur aus dem Blute ausgeschieden werden. Zu diesen sind besonders der Harnstoff, die Harnsäure und die unorganischen Salze zu rechnen. Wie es sich mit den anderen Bestandtheilen des Harns verhält, ist zweifelhaft; ist es auch nach Analogie des Harnstoffs und der Harnsäure nicht unwahrscheinlich, daß der neulich von Pettenkofer in den sogenannten Extractivstoffen des Harns entdeckte, dem Uramil in der Zusammensetzung ähnliche Körper im Blute schon vorhanden sein möchte, so ist es doch mindestens zweifelhaft, ob die Hippursäure und Heintzen's stickstoffhaltige Säure nebst den übrigen Extractivstoffen sich schon im Blute vorgebildet finden. Wenn man die im Normalen bestehende saure Reaction des Urins gegen die alkalische des Blutes hält, so muß man sich der Ueberzeugung hingeben, daß eine wesentliche Umwandlung der aus dem Blut in die Nieren ausgeschiedenen Stoffe vor sich gehe, da wir aber leider noch nicht mit Bestimmtheit wissen, durch welche Säure die Reaction des Urins bedingt ist, so ist es natürlich nicht möglich, sich weiter über die Frage zu verbreiten, ob ihre Bildung durch eigenthümliche Einwirkungen des Nierengewebes oder bestimmte chemische Thätigkeiten innerhalb der Flüssigkeit bewirkt werde. Letzteres ist jedoch nach Scherer's Versuchen, nach welchen die Säuremenge in dem gelassenen Urin zunimmt, und nach der bekannten Erfahrung, daß durch eintretende Alkalicität der Urin nicht in seinen wesentlichen Eigenschaften verändert wird, am wahrscheinlichsten.

Schon aus der schwankenden Antwort auf unsere Vorfrage ist ersichtlich, daß die Klarheit oder gar die Beweise für die einzelnen Ansichten über die bei dieser Abscheidung wirksamen (zudem chemischen) Kräfte noch Manches desiderat lassen werden.

1) Nach einer nur durch ihr Alter ehrwürdigen Ansicht soll die Bereitung des Urins eine Function der Nierennerven sein. Diese Meinung scheint namentlich in früherer Zeit zum Theil daraus hervorgegangen zu sein, daß man den in die Nieren dringenden Nerven keine andere Function als eine sogenannte trophische beizulegen wußte, indem man sie weder für sensibel, noch für motorisch halten zu dürfen glaubte. Diese Ungewißheit ist aber durch die genaueren Versuche von Valentin, welche ich bei Kaninchen bestätigen kann, verschwunden; denn nach diesen Versuchen sind die Nierennerven bei heftigen Angriffen allerdings schmerzhaft; heftig müssen aber die Angriffe wahrscheinlich wegen der starken Scheiden des Sympathicus sein. Die Pathologen hätten die Zweifel über die Function der Nierennerven bei dem Menschen schon früher beseitigen können, wenn sie die Physiologen an die lebhaften Nierenschmerzen bei bedeutenderen acuten Leiden der Nieren erinnert hätten. — Wesentlich aber stützt sich unsere vorliegende Hypothese auf Experimente von Brachet, Müller und Peipers, nach welchen in Folge der Mortification der Nierennerven entweder die Secretion gänzlich unterdrückt oder in ihrer Qualität sehr alienirt war. Diese Versuche würden für sehr bedeutend gehalten werden müssen, wenn nach ihnen, ohne daß Blutcirculationsstörungen oder Gewebsveränderungen in den Nieren einträten, obige Secretionsveränderungen sich zeigten. Um mich von ihrer Bedeutung zu überzeugen, unternahm ich eine Wiederholung derselben, wonach ich sie mit Valentin für beweisunkräftig halten muß. — Ich habe bei diesen Versuchen, welche ich an Kaninchen anstellte, vorzüglich auf die Gewebsveränderungen Rücksicht genommen, weil es von vorn herein schien, als konnten diese vor Allem zur Erklärung der Secretionsunterdrückung beitragen. — Wurde die Vene und Arterie und somit die Nerven nach Peipers und Müller vorübergehend zugeschnürt, so trat unter drei Versuchen bei einem die von Peipers beschriebene außerordentliche Erweichung des Nierengewebes ein; das Thier war 22 Stunden nach der Operation gestorben. In diesem Falle fiel nach Eröffnung der gespannten Kapsel die Corticalsubstanz der Nieren in Flocken heraus, neben welchen sich aus derselben eine große Masse flüssigen Blutes entleerte. Wurden diese Flocken in Wasser gelinde abgespült, so wuschen sie sich vollständig weiß; wurden sie aus einander gezerrt unter das Mikroskop (300 Verg. Lin.) gelegt, so zeigten sie sich einzig aus Harnkanälchen, deren obere Enden abgerissen, die aber mit gutem Epithelium besetzt waren, bestehend. Die Blutgefäße dagegen waren vollständig verschwunden, namentlich sah man auch nicht einen einzigen Glomerulus. — In den beiden anderen Fällen, in welchen der Tod nach 18 und 20 Stunden eingetreten war, war der Zustand noch nicht so weit fortgeschritten, um wahrscheinlich den so eben beschriebenen in seinen Entwicklungsstufen zu verfolgen. Es zeigten sich in diesen Nieren starke Blutstockungen, namentlich waren die Glomeruli und nur die äußersten Spitzen der Marksubstanz stark mit geronnenem, nicht auswaschbarem Blute gefüllt; sonst waren Harnkanälchen und Gefäße normal. — Wurde die Nierenarterie und Vene permanent zugebunden, so zeigte sich unter zwei Fällen abermals beiderlei Verhalten, indem in einem, wo der Tod nach

22 Stunden erfolgte, die Erweichung mit ihren erwähnten mikroskopischen Charakteren, in den anderen dagegen, wo der Tod nach 21 Stunden eintrat, das Entwicklungsstadium der Erweichung sich zeigte. — Wurde nun aber die Nierenarterie allein ohne die Vene permanent unterbunden, wobei das Thier 25 Stunden am Leben blieb, so fand man die Niere an den meisten Stellen blaß und blutleer, an wenigen anderen mit Blut überfüllt, in ihrer Consistenz und Structur aber durchaus normal. — Endlich wurde die vorsichtig isolirte Vene (also hier mit Umgehung der Nerven) unterbunden. Das Leben erhielt sich hierbei am kürzesten, indem die beiden Thiere schon vor der 15ten Stunde dem Tode unterlagen. In diesen Fällen fand sich der Zustand, welchen wir als das Entwicklungsstadium der Erweichung bezeichnet haben; nämlich eine bedeutende Blutüberfüllung (schwarze Farbe) der Medullarsubstanz und äußere bedeutende Blutextravasate auf der Nieren-Oberfläche. — Analysirt man die Resultate dieser äußerst gröblichen Versuche, so ist ersichtlich, daß aus ihnen zum mindesten auch nicht mit dem entferntesten Anscheine von Gewißheit die oben ausgesprochene Hypothese bewiesen werden kann. Denn es ist klar, daß man mit eben demselben Rechte, als man die Zerstörung der Nerven, auch die physikalischen und chemischen Veränderungen des Nierengewebes als Ursache der Veränderung der Harnqualität und Harnquantität ansehen kann. Aber auch diese, die normale Secretion bedingenden oder für sie mitwirkenden Verhältnisse scheinen nicht einmal ihre Integrität den Nerven zu verdanken. Denn wenn man die angeführten Versuche betrachtet, so zeigt sich, daß die krankhaften Veränderungen dann gerade am wenigsten eintraten, wenn wir die Nerven mortificirt, den Blutstrom durch Offenlassen der Vene nicht behindert, daß sie dagegen schon in kurzer Zeit eintraten, wenn wir den Nerven nicht mortificirt, aber durch Unterbindung der Vene den Blutstrom unterbrochen hatten. — Doch wir wollen dies dahin gestellt sein lassen, die Versuche sind zu positiven Schlüssen zu mangelhaft. — Endlich stützt sich die Annahme, daß die Nervenkraft unmittelbar auf den chemischen Proceß der Harnbereitung einwirke, noch auf eine Reihe sehr vieldeutiger pathologischer Ergebnisse, namentlich die Anuria der Hydrocephalen und Greise; den eiweißhaltigen, alkalischen oder fetthaltigen Urin bei acuter oder chronischer Entzündung oder Lähmung der nervösen Centralorgane und den wässerigen Urin Hysterischer. Die aus diesen Thatsachen hergezogenen Beweise sind aber leider noch mangelhafter, als die schon betrachteten, indem, und dies scheint zum Gegenbeweise hinreichend, bei weitem nicht in allen Fällen der eben erwähnten Krankheiten die bestimmten Secretionsveränderungen eintreten, während umgekehrt außerordentlich häufig ohne alles Leiden des Nervensystems sich dieselben Veränderungen des Urins geltend machen. — Außerdem aber, daß sich die Beweiskraft obiger Thatsachen mit Recht negiren läßt, können natürlich gegen diese Hypothese auch noch die allgemeinen Betrachtungen geltend gemacht werden, welche namentlich Henle und Valentin gegen die Einwirkungen der Nerven auf die chemischen Processe überhaupt angestellt haben, die aber hier nicht zu wiederholen sind. — Um nun aber nicht, und namentlich den praktischen Aerzten, nicht übertrieben in unseren Behauptungen zu erscheinen, muß ich bemerken, daß unleugbar bei verschiedenen Zuständen des Nervensystems die Harnbereitung verändert ist, ohne daß, wenigstens nicht mit Wahrscheinlichkeit, eine chemische Veränderung der Niere als Ursache angeklagt werden könnte. Wir werden sehen, daß sich zum freilich sehr kleinen Theil diese Veränderungen schon durch motorische Einflüsse auf den Ureter

erklären lassen, und es würden noch manche weitere Erklärungen auszuspinnen sein, wenn man die Henle'schen Ansichten über die Bewegungsnerven der Gefäßhäute schon für eine breite Basis für dieselben halten dürfte. In diesen Fällen würden aber die Nerven Veränderungen des physikalischen Zustandes bewerkstelligen, die nun ihrerseits erst wieder gefährlich für die normale Harnsecretion wären. Es würde durch dieselben also gerade die Nerven-Hypothese negirt.

2) Nach anderen Schriftstellern sollen die dem Urin besonders eigenthümlichen Stoffe von dem Epithelium der Harnkanälchen aus dem Blute abgeschieden werden. Wir sagen abgeschieden, weil hierdurch eine kleine (für Goodsir und A. eine bedeutende) Unklarheit in der Darstellung selbst besserer Schriftsteller wegfällt, welche zum Theil, wie Bowman, von einer Bereitung des Secrets durch diese sogenannten endogenen Drüsenzellen sprechen, welches, wie allgemein für mehre der charakteristischen Stoffe wenigstens bekannt, gar nicht in den Nieren geschieht. Nach einigen Schriftstellern, die dieser Annahme folgen, bleibt es zweifelhaft, ob hierbei die Zellen zugleich das Wasser des Urins liefern oder nicht, während andere, wie Bowman, das Wasser durch die Malpighi'schen Gefäßknäuel austreten lassen. — Diese, was die Oertlichkeit der absondernden Flächen anlangt, sehr detaillirte, von den Erfindern mit großer Bescheidenheit ausgesprochene Ansicht gründet sich nach Bowman wesentlich auf eine Reihe von Analogien, deren Grundfacta zum Theil noch gar nicht bewiesen sind, und die erst dann auf die Nieren angewendet werden dürfen, wenn die von Bowman behaupteten anatomischen Verhältnisse der Harnkanälchen über jeden und allen Zweifel erhaben sind. Diese Gründe, welche Bowman vollständiger und klarer als irgend ein anderer Schriftsteller für seine Meinung anführt, sind nun folgende: 1) Weil das Harnkanälchen an den mit Epithelium überkleideten Stellen ein gewundenes Ansehen, also die größte Neigung zur Oberflächenvermehrung zeigt. 2) Weil an diesen Stellen ihr heller Ueberzug ganz dem aller anderen absondernden Drüsen gleicht. 3) Weil die Harnkanälchen hier mit einem Blutgefäßnetz überzogen sind, das dem anderer Drüsen analog gebildet ist. — Die Malpighi'schen Bündel aber, welche er wegen der Verlangsamung des Blutstromes in ihnen ebenfalls für Absonderungsapparate anspricht, sollen gerade Wasser absondern, weil sie: 1) Frei in der Höhlung des Harnkanälchens gelegen sind; 2) weil dieser Theil der Harnkanälchen-Wandung nur einen sehr kleinen Abschnitt der ganzen absondernden Oberfläche ausmacht, und 3) weil die Kapseln nicht mit dem eigentlichen Drüsenepithelium überzogen sind. — Wie wenig diese hier mitgetheilten Gründe beweisen, bedarf wohl keiner Auseinandersetzung, daß sie keine der großen Schwierigkeiten, welche die Harnsecretion der theoretischen Auffassung bietet, wegränmen, ist ebenso klar. Wollte man also die Bowman'sche Meinung einer Kritik unterwerfen, so würde diese nur dann werthvoll genannt werden dürfen, wenn man durch dieselbe darthun könnte, daß diese Ansicht wegen der besonderen Erscheinungen, die bei der Harnabsonderung vorkommen, gänzlich unstatthaft wäre. Dies zu unternehmen, scheint uns aber bei dem jetzigen Stande der Dinge, bei welchem man ohne Scheu seine Zuflucht zu allen möglichen Hülfshypothesen nehmen kann, nicht möglich.

3) Auch die Endosmose hat man als die Ursache der Harnabsonderung

hingestellt. Wenn man nicht unter Endosmose, wie es leider von Einigen geschieht, jede Filtration durch thierische Häute, sondern die von den Physikern sogenannte endosmotische Kraft versteht, so hat diese Hypothese durchaus keinen Sinn, wenn man sie nicht noch mit einer der vorhergehenden complicirt. Da nämlich zur endosmotischen Anziehung, durch welche der Harn aus dem Blute entfernt werden sollte, eine anziehende Substanz nothwendig ist, so muß also erst irgend ein Stoff außerhalb der Blutgefäße, z. B. durch das Epithelium der Harnkanälchen oder irgendwo anders in diesen gebildet werden, der die Anziehung ausübt. Wollte man nun aber auch die von den Autoren unvollkommen ausgesprochene Hypothese dahin vervollständigen, so würde sie doch noch immer aus dem Wassergehalte des Urins für verwerfbar gehalten werden müssen, weil wir im normalen Urin, wie bekannt, finden, daß den Tag über eine bestimmte Quantität fester Bestandtheile bei den verschiedensten Quantitäten Wassers abgesondert wird; so daß, um so mehr Urin wir entleeren, der Harn um so weniger Procente fester Substanzen enthält, und umgekehrt der Harn einen um so größern Procentgehalt fester Bestandtheile zeigt, um so geringer die Quantität des gelassenen Harns ist. Man sieht daraus auf's Deutlichste, daß die Flüssigkeit und die festen Bestandtheile des Harns keine Functionen von einander sind.

4) Mit einer Hypothese über den Hergang der Harnbereitung vorzutreten habe auch ich gewagt, die, wenn bis jetzt auch noch nicht durch Controlversuche erwiesen, doch das für sich hat, daß sie den Hergang sehr detaillirt und doch einfach auffaßt, und denselben durch physikalische Gesetze aus der Nierenstructur, wenn bis jetzt auch noch unvollständig, erklärt. Besonders scheint sie mir deßhalb von allgemeinerem Interesse, weil, wenn sie noch fester begründet würde, die von einigen älteren Anatomen der neuen Schule behauptete Ansicht, daß der Bau der Drüsen für ihre Secretionsfunction unwesentlich wäre, verlassen werden müßte. — Nach dieser Hypothese sind zunächst die Glomeruli diejenigen Stellen, an welchen der Urin ursprünglich aus dem Blute entfernt wird. An diesen Punkten nämlich wird durch den Blutstrom, der hier aus einem engern Lumen (dem einführenden Gefäß des Glomerulus) in ein weiteres (den Glomerulus selbst) und dann wieder in ein engeres (das ausführende Gefäß) strömt, nach hydraulischen Gesetzen ein bedeutender Druck auf die Gefäßwandungen ausgeübt. Durch diesen Druck wird durch die feinen Gefäßhäute ein gewisses Quantum Flüssigkeit ausgepreßt werden müssen; dieser Theil unserer Ansicht kann wohl kaum hypothetisch genannt werden. Wir nehmen nun aber hypothetisch weiter an, daß diese Gefäßwandungen die Eigenthümlichkeit besitzen, von den flüssigen und aufgelös'ten Bestandtheilen des Blutes nur Wasser, einen Theil der Extractivstoffe und die freien nur im Wasser gelös'ten Salze durch sich hindurchtreten zu lassen, während sie sämmtliche Proteinsubstanzen, die Fette und die mit beiden in Verbindung befindlichen mineralischen Bestandtheile nicht hindurchlassen. Diese auf den ersten Blick etwas gewagte Hypothese verliert sehr an ihrer scheinbaren Keckheit, wenn man sich den höchst interessanten Versuch von Brücke, wonach für endosmotische Ströme das Eischaalenhäutchen für Eiweiß undurchgängig ist, und die merkwürdigen Versuche von Matteuci und Cima über Endosmose durch thierische Häute in das Gedächtniß rufen will. Giebt man nun dieser Ansicht Raum, so würde man in den Anfängen der Harnkanälchen eine Flüssigkeit haben, welche zwar alle Bestandtheile des Harns und vielleicht auch alle festen Bestandtheile in denselben relativen Mengen zu einander wie im Harn, aber in viel mehr Wasser als in letzterem ent-

halten würde. Diese Flüssigkeit wird nun durch andere nachdringende in die Kapsel und aus dieser in die Harnkanälchen geschoben, und tritt dadurch in Berührung mit dem Blute, welches in den oben beschriebenen engen Gefäßmaschen fließt, und welches seine Wurzeln abermals wieder aus den Glomerulis empfängt. Es strömt in diesen Gefäßen nach unserer Hypothese Blut, welches durch Entfernung sehr vielen Wassers sehr concentrirt geworden ist. Zwischen der in den Harnkanälchen befindlichen sehr verdünnten und der in den Blutgefäßen enthaltenen sehr concentrirten Flüssigkeit wird wiederum ein endosmotischer Strom eintreten, der nach bekannten Erfahrungen sich zunächst auf den Austausch von Wasser beziehen wird, d. h. es wird Wasser aus den Harnkanälchen in die Blutgefäße treten, wodurch der Urin concentrirter wird. Dieser letztere Theil unserer Hypothese scheint uns, so weit dies unter den Umständen möglich, beweisbar dadurch, daß: 1) die anatomischen Einrichtungen, die gewundenen im Kaliber nicht zunehmenden Harnkanäle und die vielfachen engen Maschen der Blutgefäßnetze derartig sind, daß sie die endosmotische Einwirkung sehr begünstigen; daß 2) sich durch diese Hypothese erklärt, warum der flüssige Urin nie eine gewisse Concentration übersteigt, seien seine Bestandtheile, welche sie wollen, und sei seine Absonderung noch so langsam; 3) warum die Concentration des Urins, wenn sich die normalen Blutbestandtheile vorfinden, innerhalb der gegebenen Grenzen von der Schnelligkeit der Entleerung abhängig ist; 4) warum sich die Urinquantität mehrt, wenn sich die in den Urin auszuscheidenden festen Stoffe des Blutes mehren, und 5) endlich warum, wenn sich die festen Bestandtheile des Urins aus der Flüssigkeit noch innerhalb der Niere niederschlagen, keine Flüssigkeit aus den Nieren mehr ausgeschieden wird. — Valentin hat dieser Hypothese den Vorwurf gemacht, daß die im Harne enthaltenen festen Bestandtheile sich nicht in demselben Verhältniß zu einander fänden, in welchem sie im Blute vorkämen, vornehmlich, daß während im Blute nur Spuren einzelner Stoffe gefunden werden, sie im Rückstande des Harns den größten Theil ausmachen, wie z. B. der Harnstoff im Verhältniß zu den Salzen und dann der schwefelsauren Salze im Verhältniß zu den phosphorsauren und den salzsauren. Dieser Vorwurf muß bei dem jetzigen Stande der Dinge vollkommen gerechtfertigt erscheinen, so daß ich nur Andeutungen zur Erledigung dieser Schwierigkeit geben kann. Was zunächst das Verhältniß der organischen zu den unorganischen Stoffen anlangt, so darf aus den bis jetzt bekannten, so mangelhaften Analysen des Blutes kein Schluß gezogen werden. Beispielsweise will ich nur erwähnen, daß bei einer Untersuchung, welche ich im Augenblicke über die in den Urin übergehenden Stoffe des Blutes unternehme, sich ergeben hat, daß das, was wir bisher wässerigen Extractivstoff von Berzelius und Simon nennen, nichts Anderes als das Mulder'sche Proteinbioxyd zu sein scheint (wie es auch schon Mulder beiläufig angiebt), woneben in ihm noch 17 bis 22% Asche und eine sehr geringe Menge Seifen vorkommen. Nach drei Analysen dieses Extracts erhielt ich nämlich 53,67% C und 7,25% H (Ochsenblut) und 52,95% C und 7,31% H und 53,30% C und 7,34% H (Menschenblut), was wenigstens bei der mangelhaften Bereitungsmethode dieses Stoffes eine hinreichend genaue Uebereinstimmung mit den Mulder'schen Formeln giebt. — Da wir nun aber die Bestandtheile der alkoholischen Extractivstoffe, welche wahrscheinlich ganz in den Urin übergehen, durchaus nicht kennen, so sieht man ein, daß eine von mir früher zu Grunde gelegte Rechnung, welche auch schon den Valentin'schen Vorwurf enthielt, durchaus ohne alle Basis, und somit vor der Hand

dieser Theil des Vorwurfes ohne alle Bedeutung ist. — Anders verhält es sich mit den Salzen des Blutes, welche nach zahlreichen Blutaschenanalysen hinreichend genau gekannt zu sein scheinen. Vielleicht aber erklärt sich nach den einflußreichen Beobachtungen Liebig's, daß der Urin nach vielem Wassertrinken keine phosphorsauren Salze enthält, das abweichende Verhältniß der phosphorsauren Salze des Urins zu denen des Blutes dahin, daß nur der Theil der phosphorsauren Salze in den Urin übergeht, der nicht in chemischer Verbindung mit den eiweißartigen Körpern ist, während der andere normal vielleicht größere Theil im Blute in Verbindung mit den eiweißartigen Körpern zurückgehalten wird. Derselbe Schluß darf nun aber wohl nicht auf das Kochsalz angewendet werden, da uns keine Verbindung des Kochsalzes mit den Proteinkörpern bekannt ist, und außerdem das Kochsalz in anderen Excretionen, welche keinen Proteinkörper enthalten, den größten Theil der unorganischen Stoffe, gerade wie im Blute, ausmacht.

III. Den Hergang bei der Austreibung des fertigen Harns aus den Nieren hat uns E. H. Weber in seiner klaren und treffenden Art erläutert, so daß nur wenig hinzugefügt werden kann, »die Ausführungsgänge der Nieren sind so eingerichtet, daß der Harn, wenn er aus der Substanz der Nieren durch enge Gänge in weitere Kanäle oder Behälter gebracht ist, nicht wieder in sie zurücktreten kann, sogar dann nicht wieder, wenn er ein Hinderniß fände, um abzufließen. Dieser Erfolg wird dadurch bewirkt, daß die in der Substanz der Nieren liegenden Ausführungsgänge (die Bellini'schen Röhrchen) äußerst eng sind und sich in sehr großer Zahl an den warzenförmigen Papillen öffnen, welche in die Kelche hineinragen. Füllen sich diese weiten Röhrchen strotzend mit Harn, so drückt der Harn die in die Röhrchen hineinragenden warzenförmigen Vorsprünge zusammen und verschließt dadurch die Oeffnungen der an ihnen liegenden engen häutigen Röhren.« — Was aber die Ursache der Bewegung des Harns in den Harnkanälchen anlangt, so scheint sie in der fortdauernden Absonderung, nicht aber in den contractilen Eigenschaften der Röhrchen zu liegen. Denn wenn durch den auf den Blutgefäßwandungen liegenden Druck immer neue Quanta von Flüssigkeit in die Harnkanälchen eingetrieben werden, und diese hierdurch strotzende Niere gegen die Kapsel gepreßt wird, an einer Seite der Niere dagegen, über welche sich die Kapsel nicht erstreckt, sich Oeffnungen finden, so muß nothwendig aus diesen Oeffnungen Flüssigkeit austreten. Daß in der That der Hergang ein solcher ist, wird außer Injectionsversuchen mit Wasser in die Arterie, welche man an der ausgeschnittenen Niere anstellt und bei welchen die Flüssigkeit fortwährend aus dem Ureter ausströmt, noch durch die Textur der Harnkanälchen erwiesen. Denn es entbehren dieselben aller contractilen Formelemente, und sie sind namentlich in der Marksubstanz mit ihren Wänden an das umliegende Gewebe so befestigt, daß an ein Contrahiren und Erweitern der Lumina gar nicht gedacht werden kann. Daß somit die Quantität des Abgesonderten einen wesentlichen Einfluß auf die Schnelligkeit der Aussonderung und diese wieder auf die Concentration des Harns ausübt, bedarf keiner weitern Ausführung. — Unter diesem letzten Gesichtspunkt scheint es auch interessant, die Bewegungen des Ureters zu untersuchen, zu deren Studium vor allen eben getödtete Meerschweinchen sich eignen. Bei diesen bemerkt man, daß der Ureter, nachdem er der Luft bloß gelegt ist, sich in gewissen Pausen zusammenzieht. Diese Zusammenziehungen beginnen von dem Nierenbecken, und gehen Stelle für Stelle in raschem

Lauf durch den Ureter, so daß nur immer ein kleines Stück sich in Contraction befindet; es sind rhythmisch-peristaltische Bewegungen wie beim Herzen. Ein gleiches Phänomen beobachtet man, wenn man den Ureter eines eben getödteten Hundes, selbst an der ausgeschnittenen Niere reizt. Nach jedem Reiz treten auch hier die beschriebenen peristaltischen Bewegungen ein. Daß sich dasselbe auch beim Menschen findet, geht aus der Art der Harnentleerung hervor, die man an den mit einem Blasenvorfall Behafteten beobachten kann. Bei ihnen findet die Entleerung nicht stetig tropfenweise Statt, sondern nach bestimmten Pausen in bald schwächerem, bald stärkerem Strahl. Die Stärke des Strahls und seine Dauer, sowie die Dauer der Pausen ist abhängig von der Menge des zur Zeit abgesonderten Urins. — Wenn nun nach diesem letztern Ergebniß wiederum auch die Entleerung des Urins aus dem Ureter von dem Reize des Harns (Anfüllung) abhängig zu sein scheint, so kommen doch auch unstreitig Fälle vor, wo ersterer mehr oder weniger lebhaft während des Lebens auf die angebrachten Reize reagirt, so daß sich die Bewegung des Ureters bald beschleunigt, bald verlangsamt. Da in diesen Fällen eine veränderliche Anfüllung des Nierenbeckens mit Urin vorkommen muß, so wird dieser Umstand unstreitig auch einen Einfluß auf die Schnelligkeit der Entleerung aus den Harnkanälchen üben, wodurch natürlich denn auch die Concentration des Secrets sich ändern wird, indem bei langsamer Entleerung der Harn concentrirter als bei schneller sich vorfinden wird.

C. Ludwig.

Parasiten.

Der Begriff Parasiten, welcher in einem engern und in einem weitern Sinne genommen werden kann, soll hier nur auf parasitische Thiere beschränkt werden, unter welchen wir solche thierische Organismen verstehen, welche nicht ohne Vermittlung anderer Thiere existiren können, indem ihnen diese letzteren Wohnort und Nahrung zugleich bieten.

Man kann die Thierparasiten, je nachdem sie sich entweder an der äußern Oberfläche ihrer Wohnthiere oder in natürlichen Höhlen und im Parenchyme derselben aufhalten, als Ektoparasiten und Entoparasiten unterscheiden. Die Bezeichnung Epizoa und Entozoa wird vermieden werden müssen, da sie leicht zu Mißverständnissen Veranlassung giebt, indem man gewohnt ist, unter Epizoa die milben- und läuseartigen Schmarotzer, und unter Entozoa bloß die Helminthen zu verstehen. Aber auch die Eintheilung der Schmarotzer in Ektoparasiten und Entoparasiten kann nicht genügen, da auf diese Weise oft die verschiedensten Schmarotzerformen zusammengestellt und die verwandtesten von einander getrennt werden müßten, auch dürfte es sich in manchen Fällen schwer bestimmen lassen, ob ein Schmarotzer zu den Ektoparasiten oder zu den Entoparasiten gehörte[1]).

Gehen wir sämmtliche Classen der Thiere durch, so finden wir, daß nur die Classen der wirbellosen Thiere, also die niederen Thierclassen ächte Schmarotzerthiere aufzuweisen haben, nämlich die Classe der Insecten, Arachniden und Crustaceen, der Annulaten, Rotatorien und Helminthen, sowie der Infusorien.

In Bezug auf die Lebensweise der Schmarotzerthiere muß man 1) solche unterscheiden, welche ihr ganzes Leben hindurch, von dem Augenblicke an, wo sie das Ei verlassen, bis an ihr Lebensende, durch alle Altersstufen hindurch ein parasitisches Leben führen, und 2) solche, welche nur in gewissen Lebensperioden schmarotzen. Es können diese letzteren entweder a) in ihrer Jugend, während des Larvenzustandes ein Schmarotzerleben führen und nachher, indem sie ihre Wirthe und Wohnthiere verlassen, ohne dieselben selbstständig forteristiren, oder b) sie leben anfangs, während ihrer Jugend, selbstständig, und sehen sich früher oder später genöthigt, ihre übrige Lebenszeit als Schmarotzer hinzubringen, weßhalb sie dann die ihnen zusagenden Wohnthiere, auf welche sie angewiesen sind, aufsuchen müssen.

Viele Schmarotzer, und zwar nicht allein parasitische Insecten, Arachniden und Crustaceen, sondern auch Helminthen sind einer Metamorphose unterworfen, mit welcher dann gewöhnlich auch die Veränderungen in der Lebensweise zusammenfallen. Diejenigen Thiere, welche aus dem parasitischen Leben in ein selbstständiges übertreten, welche also ihren bisherigen Wohn- und Nahrungsort, ihr Heimaththier, verlassen, um sich frei und selbstständig umher zu bewegen, nehmen bei ihrer Metamorphose eine vollkommnere Gestalt und

[1]) Achtheres Percarum ist bald Ektoparasit, bald Entoparasit, je nachdem dieser Schmarotzerkrebs sich an die Lippen, oder an die Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle der Barscharten anheftet.

überhaupt eine vollkommnere Organisation an, indem sie Bewegungsorgane, Füße, auch wohl Flügel erhalten, und durch Vermehrung und Vervollkommnung ihrer Sinnesorgane mit der Außenwelt in eine innigere Verbindung treten[1]). Es gehen diese Thiere demnach eine vorschreitende Metamorphose ein.

Diejenigen Thiere dagegen, welche ihre Jugendzeit in freier Selbstständigkeit verbrachten und später ein abhängiges Schmarotzerleben antreten, müssen sich häufig einer rückschreitenden Metamorphose unterziehen. Haben sie nämlich diejenigen Thiere aufgefunden, welche ihnen die passende Wohnung und Nahrung gewähren, so werfen sie ihre Bewegungsorgane ab, gehen ihrer Sinnesorgane, wenigstens ihrer Augen verlustig, nehmen eine viel unvollkommnere Gestalt an und verkümmern in ihrer ganzen Organisation oft außerordentlich[2]).

Eine große Zahl der Parasiten bewegt sich in und auf ihren Heimath- oder Wohnthieren frei umher, und sucht diejenigen Gegenden auf, an welchen ihnen die beste und reichlichste Nahrung zufließt. Um sich während des Herumkriechens sicherer und fester anklammern zu können, sind mehre parasitische Insecten, Arachniden und Krebse an den Beinen mit Krallen und ausgezeichneten Saugpolstern versehen. Einige dieser Schmarotzer benutzen auch ihre Bewegungsorgane, zu welchen in seltenen Fällen Schwimmorgane und auch Flügel hinzukommen, um sich leichter von einem Individuum ihres Wohnthieres zu einem andern hinüberbegeben zu können[3]). Bei sehr vielen schmarotzenden Krebsen, Insectenlarven, Annulaten und Helminthen beschränken sich die Bewegungswerkzeuge nur auf Saug- und Klammerorgane in Form von Sauggruben, Saugnäpfen, hornigen Haken, Spitzen und Gerüsten, mit denen sie sich bei der Fortbewegung stützen und festhalten. Viele Helminthen und Schmarotzerlarven sind beim Mangel aller äußeren Hülfsorgane im Stande, durch ihre wurmförmigen Bewegungen allein fortzukriechen. Die meisten infusorienartigen Parasiten, sowie mehre bis jetzt bekannt gewordenen Trematoden-Embryone, benutzen ihr Flimmerepithelium als Schwimmorgan.

Mittelst der Klammer-, Haft- und Saugorgane dringen die Thierparasiten bisweilen so tief in das Parenchym ihres Wohnorts ein, daß man sie ohne ihren Willen nur mit Gewalt von ihrer Anheftungsstelle losreißen kann[4]). Bei einigen Schmarotzern wandeln sich an geeigneten Orten diese Klammerorgane so um, daß sie von den Thieren selbst nicht mehr aus dem Parenchyme hervorgezogen werden können. Dergleichen Parasiten bleiben dann ihr ganzes Leben hindurch an einem und demselben Orte fest sitzen, was ihrer Existenz jedoch keinen Eintrag thut, indem sie solche Stellen zur Anheftung auswählen, deren Umgegend ihnen hinreichende Nahrung darbietet[5]). Das Maul solcher

---

[1]) Bekanntlich verwandeln sich die blinden madenförmigen Larven der parasitischen Hymenopteren und Dipteren nach Beendigung ihrer Metamorphose in geflügelte Insecten mit sehr entwickelten Tast- und Sehorganen, denen gewiß auch der Gehörsinn nicht fehlt.

[2]) Man erinnere sich nur der lernäenartigen Schmarotzerkrebse, welche ihrer Gestalt wegen eine lange Zeit hindurch zu den Würmern gerechnet wurden, während ihre Brut mit gegliederten Extremitäten im Wasser umherschwimmt.

[3]) Ich weise hier auf die milbenartigen Parasiten, auf die Hippoboscinen, Nykteribien, Cymothoiden u. s. w. hin. — Schwimmorgane besitzt Argulus foliaceus, Flügel dagegen Hippobosca, Ornithomyia, Stenopteryx u. a., welche aber selten von diesen Schmarotzerfliegen benutzt werden.

[4]) Z. B. Echinorhynchus, Tetrarhynchus und Ergasilus.

[5]) Zu den festsitzenden Schmarotzern gehören unter den Krebsen Achtheres, Tracheliastes, Brachiella, Lernäocera, Lernäa u. s. w., und unter den Helminthen Echinorhynchus filicollis, tereticollis u. a.

festsitzenden Parasiten bleibt entweder frei oder dringt mit in das Parenchym ein, wodurch diese Thiere mit noch größerer Leichtigkeit Nahrung einschlürfen können.

Verschiedene Schmarotzer kommen in häutigen Kapseln, Kysten oder Hydatiden abgeschlossen vor. Diese Kapseln werden entweder von den Parasiten selbst verfertigt[1]), oder von den Wohnthieren durch einen besondern Reactions-Proceß aus den Organen, in welchen sich die Parasiten niedergelassen haben, hervorgebildet[2]). In dieser Abgeschlossenheit führen diejenigen Parasiten, welche sich selbst enkystirt, gleichsam verpuppt haben, oft eine sehr lange Zeit ein latentes Leben, ohne zu wachsen und sich weiter zu entwickeln, indem sie auf irgend einen Zufall warten, der sie aus ihrer Hülle befreien und einer weitern Entwicklung entgegenführen soll. Tritt ihre Befreiung nicht ein, so sterben sie zuletzt ab, wobei sie zuweilen verkalken oder verglasen[3]). Diejenigen Schmarotzer, welche von ihren Wohnthieren enkystirt worden sind, wachsen fort und erhalten sich dadurch am Leben, daß aus den Wandungen der Kysten Flüssigkeiten in die Höhle derselben hineinschwitzen, welche den eingeschlossenen Thieren als Nahrung dienen.

Die Freßorgane der Parasiten sind sehr verschieden gebildet, je nachdem dieselben feste oder mehr flüssige Nahrungsstoffe zu sich nehmen. Es giebt Schmarotzer, welche vollständig ausgebildete Kauorgane besitzen, und daher im Stande sind, feste Substanzen zu zerkleinern und zu fressen. Ein großer Theil dieser kauenden Parasiten nährt sich von Hornsubstanz und benagt die Haare, Federn und Epidermis der Wirbelthiere[4]). Von denjenigen Parasiten, welche flüssige Nahrung in Form von Schleim, Blut, Chylus, Galle, Serum, Eiter u. s. w. in sich aufnehmen, besitzen einige Krebse und Insecten einen sehr complicirten Saugrüssel, welcher aus einer Metamorphose der Kauwerkzeuge hervorgegangen ist[5]). Die meisten anderen Parasiten saugen oder schlürfen mit einem mehr oder weniger einfach gebildeten Maule flüssige Nahrungsstoffe ein. Sehr merkwürdig verhalten sich in dieser Beziehung gewisse Helminthen-Abtheilungen, indem die dahin gehörigen Thiere keine Spur von Mundöffnung besitzen. Bei diesen Parasiten muß die ganze Hautoberfläche des Körpers, welcher in den verschiedenen Flüssigkeiten der Wohnthiere wie gebadet liegt, den

---

[1]) Von den cercarienartigen Larven gewisser Distomen und Monostomen ist es ausgemacht, daß sie nach abgeworfenen Schweifen sich durch eine Kyste, zu deren Bildung sie selbst die Stoffe aus ihrer Hautoberfläche ausschwitzen, von dem Parenchyme ihrer Wohnthiere abschließen. Ganz ähnliche Kysten, in welchen verschiedene Diplostomen, kleine Distomen, Trichina spiralis und verschiedene mit diesem Wurme verwandte junge Nematoden verborgen stecken, deuten auf einen gleichen Ursprung hin. Diese von den Helminthen selbst verfertigten Kysten sind stets sehr klein, können leicht von dem Parenchyme der Wohnthiere, in welchem sie eingebettet liegen, isolirt werden, und bestehen immer aus mehren zarten concentrischen Schichten einer homogenen Substanz.

[2]) Die Kysten, von welchen die Blasenwürmer Echinococcus und Cysticercus umhüllt werden, stehen mit dem Parenchyme der Wohnthiere in einem organischen Zusammenhange, sind von Blutgefäßen durchwebt und lassen ihrer ganzen Structur nach es deutlich erkennen, daß sie durch eine von dem Wohnthiere ausgegangene plastische Ausschwitzung erzeugt wurden.

[3]) Nur in seltenen Fällen stößt man auf dergleichen ganz leere Kysten, deren Wandungen an einer Stelle von innen nach außen durchbrochen sind, so daß sie den Eindruck einer Puppenhülse machen, aus welcher das eingeschlossen gewesene Thierchen hervorgekrochen ist.

[4]) Hieher gehören die zahllosen Arten der ektoparasitischen Insecten, welche Nitzsch (in Germar's und Zincken's Magazin für die Entomologie, Bd. 3) zuerst genauer als Philopterus, Trichodektes, Liotheum, Gyropus u. s. w. beschrieben hat.

[5]) Bei Argulus, Pulex, Hippobosca, Nykteribia u. s. w.

passenden Nahrungsstoff durch Endosmose in sich aufnehmen[1]). Die Respirationswerkzeuge der Parasiten stehen fast immer auf einer sehr niedrigen Stufe der Entwicklung, ja, bei vielen Schmarotzern sucht man vergebens nach diesem Gliede der Assimilationsorgane. Dem Einflusse des Lichtes entzogen, besitzen die entoparasitischen Thiere meistens keine Farben, sie verlieren die Farben bei rückschreitender, und erhalten Farben bei vorschreitender Metamorphose. Einige sind nur mit einzelnen Pigmentflecken geschmückt, welche von vielen Naturforschern für Sehorgane genommen worden sind.

Es findet sich vielleicht kein Thier, welches nicht gewissen Parasiten zum Wohnthiere diente. Von den Wirbelthieren und Insecten ist diese Verbreitung ihrer Schmarotzer längst bekannt, aber auch unter den übrigen wirbellosen Thieren werden sowohl Crustaceen, Arachniden, Mollusken, Annulaten und Turbellarien sowie Echinodermen, Akalephen und Polypen von Schmarotzern heimgesucht, selbst Parasiten können wieder von Parasiten bewohnt werden[2]).

Die meisten Thiere ernähren selten nur eine Art von Schmarotzern, sondern häufig deren mehre. Der Mensch dient 16 bis 18 Entoparasiten und 8 bis 10 Ektoparasiten zum Wohnorte, die Zahl dieser letzteren Parasiten dürfte leicht noch vermehrt werden können, wenn uns die Schmarotzer, welche in den Tropengegenden den Menschen heimsuchen, gehörig bekannt wären. Am Hunde lassen sich 12 Entoparasiten und mehre Ektoparasiten zusammenzählen, unser Rind ernährt 16 Entoparasiten und verschiedene Ektoparasiten. Aber nicht etwa der Culturzustand hat die Entstehung solcher Schmarotzer hervorgerufen, denn die im Urzustande lebenden Thiere sind mit einer nicht geringern Zahl von Schmarotzern behaftet; so wurden bei Erinaceus europaeus bis jetzt 13 Entoparasiten und mehre Ektoparasiten, und bei Rana temporaria 14 Entoparasiten aufgefunden, während Perca fluviatilis 10 Entoparasiten und verschiedenen Ektoparasiten einen Wohnort darbietet. Bei den meisten Insecten lassen sich sowohl Ento- wie Ektoparasiten nachweisen. Da fast jedes Thier mehre besondere Arten von Schmarotzern ernährt, so geht daraus hervor, daß die Zahl der Parasitenformen ganz unabsehbar sein muß.

Es giebt Parasiten, welche es mit ihrem Aufenthaltsorte nicht sehr genau nehmen und die verschiedensten Thiere bewohnen. Ascaris lumbricoides kommt außer im Menschen auch im Schweine, Rind, Pferd und Esel vor. Das Distomum hepaticum ist Bewohner vom Menschen, Hasen, Kaninchen, Eichhörnchen, Pferd, Esel, Schwein, Rind, Hirsch, Reh und Dammhirsch, wurde aber auch in der Ziege, im Känguruh und in verschiedenen Antilopen ange-

---

[1]) Mund- und darmlose Parasiten bieten die Akanthocephala, Cestoda und Cystica dar; ebenso kann an den schmarotzenden, zu der Gattung Opalina und Gregarina gehörenden Infusorien keine Spur von Mundöffnung und Verdauungsapparat wahrgenommen werden. Da man bei diesen Thieren häufig die Anwesenheit einer Mundöffnung voraussetzte, so sind die vier Saugnäpfe der Tänien und Blasenwürmer schon mehrmals für ebenso viele Mundöffnungen erklärt worden; auch wurde die durch das Losreißen des Halses entstandene Verletzung an einigen Gregarinen mit einer Mundöffnung verwechselt. S. meine Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. 1839. S. 56.

[2]) Bekannt ist die Erscheinung, daß viele in Insecten schmarotzende Ichneumonen-Larven wiederum von anderen Ichneumonen-Larven, namentlich aus der Abtheilung der Pteromalinen, bewohnt werden. Nordmann (mikrographische Beiträge. Hft. 2. S. 85.) entdeckte an dem Schmarotzerkrebs Achtheres Percarum äußerlich eine Milbe und innerlich einen Fadenwurm. Ich selbst fand in der Leibeshöhle einer gestielten Käfermilbe (Uropoda vegetans) 20 bis 30 kleine geschlechtslose Nematoden.

troffen. Ixodes Ricinus schmarotzt am Menschen, am Hund, Schaaf, Reh, Igel, an Fledermäusen und anderen Säugethieren, ebenso ist Ergasilus Sieboldii ein Schmarotzerkrebs, welcher sich an den Kiemen sehr verschiedener Süßwasserfische aufhält, auch Gordius aquaticus bewohnt die verschiedensten Käferarten. Andere Parasiten halten sich streng an eine und dieselbe Thierspecies oder breiten sich höchstens von einer Thierart auf die zunächst mit derselben verwandten Thierarten aus. Als Beispiel dient Filaria medinensis und Echinorhynchus Gigas, von welchen der erstere Wurm ausschließlich im Menschen und der letztere nur im Schweine lebt. Die verschiedenen Krätz- und Räudemilben beschränken ihren Aufenthalt auf einzelne Thierspecies, so daß jedes Säugethier, welches der Räude ausgesetzt ist, seine specifisch gestaltete Räudemilbe an sich trägt. Distomum nodulosum findet sich nur in den Barscharten, Distomum laureatum nur in den Lachsarten und Polystomum integerrimum in den Froscharten.

Was die Gegenden betrifft, welche von den Parasiten an ihren Wohnthieren aufgesucht werden, so giebt es wohl kein Organ, welches von Schmarotzern unbesucht bliebe, selbst die edelsten Organe, Gehirn, Rücken- und Bauchmark, Gehör- und Sehwerkzeuge werden von Parasiten als Aufenthaltsort benutzt.

Es ist bereits erwähnt worden, daß viele Thiere nur zu gewissen Zeiten ihres Lebens schmarotzen; solche Thiere müssen dann bei dem Wechsel ihrer Lebensweise Wanderungen antreten. Verschiedene Helminthen begeben sich auf die Wanderung, um für ihre Brut einen andern passenden Wohnort aufzusuchen, oder, wenn sie einsam leben und getrennten Geschlechtes sind, vielleicht um sich zu begatten. Auch giebt es Parasiten, welche in ihren verschiedenen Lebensperioden verschiedene Thiere bewohnen, und nach zurückgelegter Jugend von ihrem bisherigen Wohnthiere zu einem ganz andern Thiere hinüber wandern, um sich in diesem neuen Wohnthiere weiter zu entwickeln und zur Altersreife zu gelangen.

Bei diesen Aus- und Einwanderungen sind die Parasiten vielfach selbst thätig, indem sie, je nach der Beschaffenheit ihres Wohnortes, durch die natürlichen Oeffnungen desselben ein- und auskriechen, oder indem sie, wenn sie im Parenchyme eines Organs, in natürlichen Höhlen und Kysten ganz abgeschlossen wohnen, sich mitten durch die thierischen Wandungen hindurchbohren. Viele Parasiten verhalten sich bei diesen Wanderungen mehr passiv, indem sie sich mit den Se- und Excretionen aus den natürlichen Oeffnungen ihrer bisherigen Wohnthiere entfernen, oder mit den Nahrungsmitteln von ihren künftigen Wohnthieren verschlucken lassen. Von den Schmarotzerinsecten sind diese Aus- und Einwanderungen schon sehr lange bekannt, und bedürfen kaum mit Beispielen belegt zu werden. Die Oestruslarven gehen, wenn sie sich weiter verwandeln wollen, aus dem Verdauungskanale ihrer Wohnthiere mit dem Kothe ab, nachdem sie vorher, eben aus dem Ei gekrochen, durch die Mundöffnung in die Verdauungshöhle der Pferde hineingeschlüpft waren. Dieses Einwandern wird den jungen Oestruslarven dadurch sehr erleichtert, daß die weiblichen Fliegen von Oestrus Equi, haemorrhoidalis, salutaris etc. ihre Eier so geschickt an die Haarspitzen von Pferden, Rindern und anderen Wiederkäuern anzuheften wissen, daß von diesen Thieren bei dem Putzen ihres Pelzes die aus den Eiern hervorgeschlüpften Oestruslarven mit Leichtigkeit aufgeleckt und verschluckt werden können. Die Larven der viviparen Tachinen werden auf Raupen gelegt, durch deren Haut sich dieselben in ihre Leibeshöhle einbohren. Von den Ichneumonen werden die Eier mittelst Legeröhren durch die Haut in die Leibeshöhle der

Raupen und Insectenlarven hineingeschoben, die aus diesen Eiern hervorgeschlüpften parasitischen Larven bohren sich in vielen Fällen, ehe sich dieselben verpuppen, aus der Haut des lebenden Wohnthieres hervor. Aber auch verschiedene Helminthen hat man bereits auf solchen Aus- und Einwanderungen ertappt. Die cercarienartigen Trematodenlarven brechen mitten durch das Parenchym aus dem Inneren von Mollusken hervor, und arbeiten sich quer durch die Haut gewisser Wasserinsecten in deren Leibeshöhle hinein, um hier ihre weitere Metamorphose abzuwarten [1]). Die jungen Tetrarhynchen stellen in Fischen und Cephalopoden ebenfalls Wanderungen mitten durch das Parenchym ihrer Wohnthiere an. Gordius aquaticus und die mit ihm verwandten Fadenwürmer bohren sich zu gewissen Zeiten stets aus der Leibeshöhle der Insecten, ihrer Wohnthiere, hervor. Viele Helminthen gelangen dadurch, daß ihre Wohnthiere von anderen Thieren gefressen werden, und erstere dem Verdauungsprocesse widerstehen, in andere Wohnthiere hinüber. Obgleich sich für diese mehr passiven Wanderungen der Helminthen bis jetzt nur erst wenige Beispiele anführen lassen [2]), so ist diese Art der Wanderung gewiß unter den Helminthen verbreiteter, als man ahnet, wobei freilich dem Zufall ein großer Spielraum überlassen bleibt, und mancher Helminth vergebens auf eine solche Ueberpflanzung von einem Wohnthiere zu einem andern lauert.

Erst seitdem man dieses Aus- und Einwandern, welches man bei den parasitischen Insecten schon so lange gekannt hat, auch bei den Helminthen genauer beachtet, sind sehr wichtige und höchst merkwürdige Thatsachen erkannt worden, durch welche man sich jetzt die Entstehung von Helminthen im Menschen und in den Thieren, besonders innerhalb abgeschlossener Höhlen derselben auf eine weit naturgemäßere Weise erklären kann, ohne die Zuflucht zu Hypothesen nehmen zu müssen, bei deren Aufstellung mit der Annahme einer Urzeugung (generatio aequivoca) oft der ärgste Mißbrauch gemacht worden ist. Man weiß jetzt, daß die Parasiten fast alle im ausgewachsenen Zustande Geschlechtswerkzeuge besitzen und sich durch diese fortpflanzen. Diejenigen Schmarotzer, an welchen sich zu keiner Zeit Geschlechtsorgane wahrnehmen lassen, vermehren sich durch Knospen und Theilung [3]). Eine große Zahl von geschlechtslosen Parasiten sind nur wandernde Larven. Dergleichen larvenartige Helminthen, welche in ihrer Form von ihren ausgewachsenen geschlechtsreifen Eltern oft himmelweit verschieden gestaltet sind, wurden, da man ihre Metamorphose nicht kannte, bisher für vollständig entwickelte Thiere gehalten, welche sich theils durch Urzeugung entwickeln, theils durch Geschlechtsorgane fortpflanzen sollten, wobei man irgend ein Organ dieser geschlechtslosen Larven willkürlich als Fortpflanzungswerkzeug deutete [4]).

Viele Helminthenlarven verwandeln sich niemals in vollkommene, ihren Eltern ähnliche Helminthen, sondern erzeugen in sich eine Brut, die sich bei ihrem Heranwachsen wiederum zu ganz ähnlichen Larven ausbildet oder zu solchen, von diesen ganz verschiedenen Larven auswächs't, welche sich zuletzt in einen mit Geschlechtswerkzeugen versehenen Helminthen verwandeln. Steenstrup hat diese Verwandlungsgeschichte, welche auch, außer bei den Helmin-

---

[1]) Das Einwandern der Cercaria armata in Insectenlarven ist von mir direct beobachtet worden, und wird weiter unten genauer beschrieben werden.

[2]) Siehe weiter unten Schistocephalus dimorphus, Taenia crassicollis und die mit Stacheln bewaffneten Distomen.

[3]) Hieher gehören die Gattung Echinococcus und die parasitischen Infusorien.

[4]) Ich erinnere hier nur an die verschiedenen Blasenwürmer, an die cercarienartigen Trematodenlarven und an Trichina spiralis.

then, noch bei anderen Classen der wirbellosen Thiere angetroffen wird, Generationswechsel genannt[1]). Durch diesen Generationswechsel entwickelt sich also nicht, wie bei der gewöhnlichen Metamorphose, der aus einem Eie hervorgeschlüpfte Embryo eines Mutterthieres nach verschiedenen Verwandlungen zuletzt zu einem eigenen neuen Individuum, demjenigen Thiere in Gestalt und Organisation gleich, von welchem das Ei und sein Embryo herrührte, sondern es gehen hier aus dem Embryo eines Mutterthieres ganze Generationen von Larven hervor, welche als sogenannte Ammen ohne geschlechtliche Zeugung eine andere Brut von Larven zur Welt bringen, die durch ihre Metamorphose erst zur ursprünglichen Form des Mutterthiers zurückkehrt.

Es ist eine bekannte Sache, daß von vielen Helminthen, deren wirkliche Geschlechtsorgane stets eine ungeheure Menge von Eiern enthalten, niemals die Brut und jungen Thiere in der Umgebung der Mutterthiere angetroffen werden. Ascaris lumbricoides, Trichocephalus dispar, Oxyuris vermicularis findet sich stets erwachsen oder halberwachsen im menschlichen Darmkanale vor, in dem von diesen Schmarotzern bewohnten Darminhalte lassen sich Tausende und abermals Tausende von Eiern dieser oviparen Helminthen, niemals aber die Embryonen derselben weder innerhalb noch außerhalb der Eihüllen wahrnehmen. Höchst wahrscheinlich entwickeln sich die Embryone dieser Helminthen niemals in den Eiern, so lange diese in dem Darmkanale des Menschen verweilen, sondern es müssen die letzteren erst auf einen andern Boden übergepflanzt werden, auf welchem sie gedeihen und zur Entwicklung kommen können. Wo nun in diesen Nematodeneiern die Brut ihre Entwicklung erreicht, wissen wir freilich noch nicht. Die Eier werden mit den Fäces entleert, ja, Oxyuris vermicularis wandert häufig freiwillig durch den After aus[2]), vermuthlich, um auch außerhalb des menschlichen Darmkanals Eier abzusetzen. Diese Eier besitzen gewiß die Eigenschaft, recht lange in einem latenten Leben zu verharren, und so lange ihre Entwicklungsfähigkeit zu bewahren, bis sie irgend ein Zufall an den für ihre Entwicklung passenden Ort bringt. Wer weiß, mit welcher Speise, mit welchem Getränke diese Helminthen als Brut dann wieder in den Darm des Menschen einwandern? Bei Thieren können wir ein solches Einwandern von jungen und unentwickelten Helminthen mittelst verschluckter thierischer Nahrungsstoffe bestimmt nachweisen. Daß auch mit dem Wasser gewiß viele Helminthenbrut von Thieren und auch wohl von Menschen verschluckt wird, darauf deuten die vielen nematodenartigen mit Anguillula verwandten Helminthenformen hin, welche in freiem Wasser so häufig angetroffen werden, und ganz das Ansehen von unentwickelten Nematoden haben. Die vielen infusorienartigen Embryone der Trematoden, besonders diejenigen, welche ihren Wohnsitz in Wasserthieren aufgeschlagen haben, können gewiß sehr leicht, wenn sie durch Fäcesentleerung oder durch andere Excretionen in's Wasser gelangt sind, durch dieses Medium auf andere mit demselben in Berührung kommende Thiere hinüber gelangen.

Ich kann es hier nicht unterlassen, noch eine Vermuthung auszusprechen, wie nämlich auch Herbivoren mit der Nahrung Parasiten in sich aufnehmen könnten. Bekanntlich finden sich in verschiedenen krankhaft veränderten Samen-

---

[1]) Steenstrup: über den Generationswechsel oder die Fortpflanzung und Entwicklung durch abwechselnde Generationen, eine eigenthümliche Form der Brutpflege in den niederen Thierclassen. Copenhagen 1842.

[2]) Während dieses freiwilligen Auswanderns erregen diese Würmer bei Kindern oft einen unerträglichen Kitzel am After.

körnern der Gramineen nematodenartige Würmchen vor, welche namentlich im brandigen Korne schon von Needham gesehen worden sind [1]). Diese unter dem Namen Vibrio Tritici, Grasälchen, mehrfach beschriebenen Würmchen [2]), mit welchen auch die Kleisterälchen verwandt sind, bringen lebende Junge zur Welt, vermehren sich in ihren Kolonien ungemein, ohne daß männliche Individuen unter ihnen zu bemerken sind. Vielleicht sind sie nur ammenartige Thiere, welche erst unter gewissen Bedingungen in einer spätern Generation solche Brut erzeugen, die nach und nach zu weiblichen und männlichen Individuen heranreift. Diese Bedingungen treten vielleicht ein, nachdem die Vibrionen mit ihrem Wohnorte in den Darmkanal gewisser körner- und grasfressender Thiere übergeführt worden sind. Es sind diese Vibrionen mit einer ungemeinen Lebenszähigkeit ausgerüstet, indem sie bei dem Vertrocknen der von ihnen bewohnten Gras- und Getreidesamen zwar ebenfalls erstarren und austrocknen, jedoch nur in einen Scheintod verfallen, aus welchem sie durch Befeuchtung mit Wasser, nach den Beobachtungen von Steinbuch, Bauer und Henslow [3]) selbst noch nach Jahren wieder erwachen können. Bei einer solchen Lebenszähigkeit werden sich diesen Helminthen die Gelegenheiten zum Einwandern gewiß häufiger darbieten, als bei einer kurzen Lebensdauer.

Ob nicht einige derjenigen Helminthen, welche im Parenchyme verschiedener mit dem Darmkanale in keinem directen Zusammenhange stehenden und von diesem oft weit entfernt gelegenen Organen der Wirbelthiere angetroffen werden, nach ihrer Einwanderung zunächst in das Innere des Blutgefäßsystems eingedrungen sind und sich dann mit dem Blutstrome so lange haben fortreißen lassen, bis sie zu jenen Gegenden gelangt waren, welche ihnen als Aufenthalt passend erschien, dies will ich nicht in Abrede stellen, da so manche Thatsachen darauf hinweisen, daß gewisse Helminthen diesen Weg des Einwanderns zur Erreichung ihres Zieles einzuschlagen scheinen. Man hat nämlich schon mehrmals im Blute lebender Wirbelthiere verschiedene nematoden- und infusorienartige Thierchen circuliren sehen, welche vielleicht auf der Wanderung begriffen waren. So fand Valentin in den Capillargefäßen der Frösche kleine mit Anguillula verwandte Nematoden [4]). Auch Vogt hat im Blute der Frösche ähnliche Nematoden beobachtet [5]). Nach einer Untersuchung von Gruby und Delafond kommen im Blute von Hunden ebenfalls filarienartige Würmchen vor [6]). Die von Schmitz im Blute einer Feuerkröte entdeckten Haematozoen scheinen trematodenartige Würmchen ge-

---

[1]) Needham: nouvelles découvertes faites avec le microscope. Leide 1747. pag. 99. Chap. VIII. Des Anguilles qui sont dans le Blé, gaté par la Nielle.

[2]) Bauer in den Philosophical transactions. 1823. pag. 1. oder in den Annales des sciences naturelles. 1824. T. II. p. 154. und Steinbuch: Analekten neuer Beobachtungen und Untersuchungen für die Naturkunde. Fürth 1802. S. 97 und im Naturforscher St. 28. S. 233.

[3]) The microscopical Journal. 1841, pag. 36.

[4]) Valentin: de functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici. 1839. pag. 101 und 144 und dessen Repertorium für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1843. S. 92. Anm.

[5]) Müller's Archiv. 1842. S. 189. Vogt sah zugleich auch viele dieser Würmchen in der Bauchhöhle der Frösche enkystirt. In anderen Fällen fand er die Kysten leer, während die Blutgefäße ganz besonders mit kleinen Filarien angefüllt waren, woraus man schließen könnte, daß diese Parasiten das Blutgefäßsystem auch zum Auswandern benutzen.

[6]) L'Institut. 1843. p. 35 oder The medico-chirurgical review. Oct. 1843. p. 527.

wesen zu sein [1]). Die übrigen als Haematozoen beschriebenen Wesen zeigen eine so eigenthümliche Form, daß man in Zweifel geräth, ob man sie für Helminthenlarven oder für einfache Schmarotzer-Infusorien halten soll. Diese Haematozoen sind zuerst von Valentin im Blute der Forelle [2]) und später von Gluge im Blute eines Froschherzens [3]) entdeckt worden. Nach ihrer Angabe sind es ganz einfache der Amoeba Ehrb. vergleichbare Körper, welche sich mit drei seitlichen Fortsätzen lebhaft bewegen. Später sind diese Haematozoen auch von Remak [4]), Mayer [5]), Gruby [6]), Berg und Creplin [7]) im Blute von Fröschen und verschiedenen Süßwasserfischen beobachtet worden, aus deren Beschreibung sich ergiebt, daß die Bewegungen dieser Thierchen von einem seitlich angebrachten undulirenden Flimmerlappen ausgehen, an welchem während seiner Schwingungen durch optische Täuschung seitliche Fortsätze gesehen werden [8]).

Bei den Wanderungen, welche viele Helminthen zu verschiedenen Zeiten ihres Lebens vornehmen müssen, gehen gewiß viele Tausende dieser Thiere zu Grunde, ohne das ihnen vorgesteckte Ziel erreicht zu haben, zumal wo die Erreichung desselben mit sehr weiten Umwegen verknüpft ist oder wo dem Zufall allein das Näherrücken des Zieles überlassen bleibt. Gelangten die Eier und Brut der Helminthen so sicher an ihre passende Entwicklungsstätte, so müßten sehr bald alle Menschen von Bandwürmern, Spulwürmern, Peitschenwürmern u. s. w. vollgestopft sein. Auf solche große Verluste hat aber auch wohl die Natur gerechnet, und die einzelnen Individuen der mei-

---

1) Schmitz: de vermibus in circulatione viventibus. Berol. 1826.

2) Müller's Archiv. 1841. S. 435, Taf. XV., Fig. 16 und Annales des sciences naturelles. T. 16. 1841. p. 303. Pl. 15. A.

3) Müller's Archiv. 1842. S. 148.

4) Canstatt's Jahresbericht. 1842. Bericht über die Leistungen im Gebiete der Physiologie im Jahre 1841. S. 10. Remak fand die Haematozoen im Stichling, und fast beständig im Hecht.

5) Mayer: de organo electrico et de haematozois. Bonnae 1843. p. 10. Tab. III. Fig. 10 u. 11. Die Hämatozoen (Fig. 11.) wurden von diesem Anatomen Amoeba rotatoria genannt, eine andere von demselben als Paramaecium loricatum oder costatum beschriebene Form (Fig. 10.) ist wohl nur die zuerst erwähnte, im contrahirten Zustande befindliche Form.

6) Comptes rendus. 1843. T. 17. p. 1134 und Annales des sciences naturelles. 1844. T. 1. pag. 104. Pl. 1 B. Diese von Gruby im Froschblute gefundenen und Trypanosoma sanguinis genannten Körperchen stimmen ganz mit den von Mayer entdeckten Hämatozoen überein.

7) Archiv skandinavischer Beiträge zur Naturgeschichte, herausgegeben von Hornschuch. Th. 1. Hft. 2. 1845. S. 308. Die von Berg und Creplin im Hechtblute beobachteten Thierchen gehören ebenfalls zu Trypanosoma sanguinis.

8) Von den Hämatozoen, welche Klencke (neue physiologische Abhandlungen. 1843. S. 165, Fig. 25.) in dem Blute von mit Schwindel behafteten Menschen entdeckt haben will, hat der Entdecker eine so unbestimmte Beschreibung geliefert, daß man seiner Beobachtung bis jetzt kein Vertrauen schenken kann, denn nach der bloßen Bezeichnung »schlangen- und fischähnliche Thierchen« kann man sich doch keinen Begriff von der Beschaffenheit dieser Wesen machen, so wenig wie nach der von Klencke beigegebenen undeutlichen Abbildung. Die Größenverhältnisse dieser Wesen scheinen überhaupt so klein, daß bei solchen winzigen Objecten unsere besten optischen Werkzeuge nichts mehr leisten und ein Befassen mit solchen Gegenständen nur zu Täuschungen und fehlerhaften Beobachtungen führt. Höchst wahrscheinlich gehören die von Klencke gesehenen Körperchen zu den überall verbreiteten und noch immer höchst problematischen Gebilden, welche von Ehrenberg unter dem Namen Bacterium, Vibrio, Spirillum rc. zu den Infusorien gerechnet worden sind. Vergl. Vogel: Icones histologiae pathologicae. Tab. XI. Fig. 10.

sten Helminthen mit der Eigenschaft begabt, eine zahllose Menge von Eiern und Brut erzeugen zu können.

Viele der wandernden Helminthen verfehlen gewiß auch in der Weise ihr Ziel, daß sie sich verirren und in solche Thiere einwandern, welche nicht als ihre Wohnthiere bestimmt sind. Die verirrten Helminthen werden zuweilen zwar fortwachsen, aber wegen des ungünstigen Bodens, auf den sie gerathen, nicht gehörig gedeihen und keine Geschlechtsreife erlangen. Die geschlechtslosen Cysticercus-Arten mit ihren Bandwurmköpfen machen ganz den Eindruck, als wären sie verirrte Cestoden, deren Leib auf dem fremdartigen Boden zu einer Blase auswuchert, ohne Geschlechtsorgane zur Entwicklung zu bringen.

Manche dieser verirrten Helminthen können vielleicht später, wenn sie durch irgend einen Zufall auf den rechten Weg gelangen und nicht schon zu entartet sind, sich doch noch bis zur Geschlechtsreife umbilden, während die übrigen für immer zur Fortpflanzung ihrer Art verloren sind. Vergleicht man den Cysticercus fasciolaris, welcher in der Leber verschiedener Mäuse- und Rattenarten enkystirt angetroffen wird, mit der im Darme der Katzen wohnenden Taenia crassicollis genauer, so wird man über die außerordentliche Aehnlichkeit der Köpfe und Hälse dieser beiden Helminthen überrascht sein. Wollte man diese Theile, vom Körper der beiden Helminthen abgetrennt, dem erfahrensten Helminthologen zur Bestimmung vorlegen, so würde er sie gewiß nicht unterscheiden können und sie für die zu einer und derselben Helminthen-Species gehörigen Fragmente erklären [1]. Am meisten muß die bis in das feinste Detail sich erstreckende Gleichheit der hornigen Häkchen des Hakenkranzes auffallen, zumal wenn man bedenkt, daß sonst bei allen Taenien, Tetrarhynchen und Echinorhynchen die Hornhaken der einzelnen Arten von den übrigen specifisch verschieden gestaltet sind, und man im Stande ist, aus der Form dieser Häkchen allein die verschiedenen Arten der Cestoden und Akanthocephalen zu erkennen. Aber auch im Uebrigen herrscht zwischen Cysticercus fasciolaris und Taenia crassicollis eine größere Uebereinstimmung, wie man anfangs gar nicht ahnet, denn beide sind specifisch eigentlich gar nicht verschieden, sondern Cysticercus fasciolaris ist nichts Anderes als eine entartete und nicht zur Geschlechtsreife gelangte Taenia crassicollis. Es hat sich nämlich durch krankhafte Entartung die Gliederung des hintern Leibes bei dieser Taenia nicht gehörig ausgebildet, indem durch zu starke Wasser-Einsaugung sich der platte Leib cylindrisch abrundete und das Hinterleibsende blasenförmig ausdehnte. Dergleichen hydropische Entartungen habe ich hier und da auch an einzelnen Gliedern der Taenia solium und des Bothriocephalus latus beobachtet; Eschricht, welcher an Bothriocephalus punctatus ganze Strecken des gegliederten Leibes wassersüchtig angeschwollen fand, deutete bereits auf diese Krankheit als auf eine Bildungshemmung hin, wagte aber nicht, obgleich er daran dachte, die Blasenwürmer für entartete Bandwürmer zu erklären [2]. Gewiß verirren sich häufig einzelne Individuen der Brut von Taenia crassicollis in Nagethiere, und arten hier zu Cysticercus fasciolaris aus, können aber, nachdem

---

[1] Schon die Abbildungen, welche Göze (Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer. Taf. XIX. Fig. 8. und Taf. XXIV. Fig. 4.) von den Kopfenden dieser beiden Helminthen geliefert hat, lassen diese Aehnlichkeit ahnen.

[2] Nova Acta Academiae Caes. Leop. Carol. Natur. Curios. Vol. XIX. Suppl. II. pag. 115.

ihre Wohnthiere von Katzen gefressen und sie selbst dann auf den rechten Boden übergepflanzt worden sind, unter Abstoßung ihrer entarteten Glieder zur normalen Gestalt der Taenia crassicollis zurückkehren und zur Geschlechtsreife gelangen. Durch eine ähnliche Entartung mögen auch junge Individuen der Taenia plicata, wenn sie sich aus dem Darme eines Pferdes in dessen Bauchhöhle verirren, zu Cysticercus fistularis auswachsen. Ich bin ferner überzeugt, daß die von Rudolphi zur Gattung Anthocephalus gezählten Blasenwürmer nichts Anderes als auf ihren Wanderungen verirrte und ausgeartete Bothriocephalen oder Tetrarhynchen sind. Die in den Augen der Fische vorkommenden Trematoden, welche stets geschlechtslos sind, von Nordmann aber als vollkommen entwickelte Helminthen beschrieben wurden, kann ich nur für ganz junge Holostomen und Distomen halten, welche sich höchst wahrscheinlich in die Augen von Fischen verirrt haben und an diesem Orte verweilend niemals ihre Geschlechtsreife erreichen werden. Auch die Trichina spiralis wird sich als verirrte Nematodenbrut zwischen den Muskeln des Menschen niemals weiter entwickeln können, und stets, ohne Nachkommen zu hinterlassen, zu Grunde gehen. Es bleibt hier der Erfahrung noch ein weites Feld geöffnet, welches wir uns nicht durch die Annahme einer generatio aequivoca verschließen sollten [1]).

Die Aerzte werden vor Allem sich mit dem Gedanken vertraut machen müssen, daß es keine Anlagen zur Wurmerzeugung in der Art giebt, in welcher wegen Mangel an Energie der Assimilationsorgane gewisse Stoffe, statt mit dem Gesammtorganismus zu verschmelzen, sich zu individualisiren wissen und zu einem selbstständigen organisirten Wesen erheben. Man wird, ohne zur Urzeugung seine Zuflucht zu nehmen, das Ueberhandnehmen von Helminthen bei gewissen Krankheiten, z. B. bei Skrophulosis, bei leukophleg-

---

[1]) Es hat bereits Klencke (über die Contagiosität der Eingeweidewürmer nach Versuchen. Jena 1844.) durch eine große Anzahl von Versuchen nachzuweisen gesucht, daß die Helminthen von außen in thierische Organismen übergetragen werden, indem er die verschiedensten Helminthen theils als Eier, theils als junge Brut entweder den Nahrungsstoffen beimengte, mit welchen er Thiere fütterte, oder in das Blutgefäßsystem von Thieren injieirte und stets die glücklichsten Resultate erhielt. Es müssen aber diese Untersuchungen das höchste Mißtrauen erregen, wenn man das Verfahren, mit welchem Klencke bei seinen Versuchen zu Werke ging, näher beleuchtet. So injicirte er in verschiedene Thiere die im Parenchyme der Cysticercen eingebettet liegenden Kalk- oder Glaskörperchen, sowie den aus der lymphatischen Flüssigkeit der Echinococcus-Blasen niedergeschlagenen Bodensatz, indem er diese Theile für Eier (!) und Eierstöcke (!!) hielt, und fand fast in allen diesen Thieren, welche er auf diese Weise mit Helminthenbrut inficirt haben wollte, gewiß zum großen Erstaunen aller Helminthologen Cysticercus- und Echinococcus-Blasen in großer Menge vor. Ueberhaupt hat Klencke im Auffinden von Blasenwürmern außerordentliches Glück; wo er nur seine Blicke hinwendete, fand er Blasenwürmer, ja, den Coenurus cerebralis, der bis jetzt nur bei Wiederkäuern angetroffen wurde, hat Klencke sogar im Gehirne des Menschen gefunden, in welchem der dritte Ventrikel und der Aquäduct der Lieblingssitz dieses Blasenwurms sein soll. Den feinkörnigen Leibesinhalt der unter dem Namen Trichina spiralis bekannten geschlechtslosen Nematodenbrut impfte Klencke gleichfalls als Eier (!) verschiedenen Thieren ein, und fand dieselben nach einiger Zeit vollständig mit Trichina spiralis inficirt. Ferner werden die nächsten besten lebenden Wesen in thierischen Flüssigkeiten oder im freien Wasser von Klencke ohne Bedenken und ohne alle Garantie für die Brut von Leberegeln, von Bandwürmern u. s. w. genommen und als Injections- oder Impfstoffe fast immer mit dem glücklichsten Erfolge benutzt. Was soll man von diesen Untersuchungen halten, bei welchen sich Klencke in Bezug auf seine Kenntnisse des innern Baues und der Entwicklungsgeschichte der Helminthen überall die größten Blößen gegeben hat? Es grenzt fast an das Unglaubliche, wie dieser Experimentator bei seinen Untersuchungen sich selbst in so ungeheurem Grade hat täuschen können.

matischer Constitution besser dadurch erklären, daß auf einem solchen krankhaft veränderten Boden die Brut gewisser Helminthen besser gedeiht, als auf einem andern. In Ländern, in welchen Helminthen ungemein häufig im Menschen vorkommen, mag die dort herrschende Körperconstitution der Menschen die Entwicklung der Wurmbrut begünstigen und mögen die eigenthümlichen Nahrungsstoffe und Getränke das Einwandern der Wurmbrut erleichtern.

Mit diesen äußeren und inneren Bedingungen, welche zur Einführung und Entwicklung der Parasitenbrut im thierischen und menschlichen Körper die nächste Veranlassung sind, hängt gewiß auch die oft scharf abgegrenzte geographische Verbreitung gewisser Schmarotzer zusammen. Einen sehr interessanten Beleg hierzu liefert die Vertheilung der beiden Bandwürmer des Menschen. Bothriocephalus latus ist in Rußland, Polen und Preußen bis zur Weichsel, sowie in der Schweiz einheimisch, während in den übrigen Gegenden Europa's Taenia solium seine Stelle vertritt [1]). Die Ausnahmen, welche in dieser Beziehung von manchen Aerzten angeführt wurden, bestätigen nur diese strenge Abgrenzung beider Bandwürmer, denn immer ließ sich da, wo Bewohner von Rußland und Polen sich mit Taenia solium und Deutsche mit Bothriocephalus latus behaftet zeigten, bestimmt nachweisen, daß diese Personen sich eine kürzere oder längere Zeit in solchen Ländern aufgehalten hatten, in welchen sich ihnen Gelegenheit darbot, die Brut dieser fremden Schmarotzer in sich aufzunehmen und in die Heimath zu tragen [2]).

Die Nachtheile und Störungen, welche die Anwesenheit von Parasiten in einem thierischen Organismus erzeugen, sind von manchen Aerzten und Naturforschern oft viel zu hoch angeschlagen worden. Man wird in dieser Beziehung sämmtliche Schmarotzer unter drei Rubriken bringen können. 1) Eine Reihe von Parasiten veranlassen jedesmal durch ihre Anwesenheit den Tod des Wohnthieres. 2) Eine andere Reihe derselben bringt stets durch ihre Anwesenheit verschiedene Nachtheile hervor, ohne die Wohnthiere zu tödten und 3) eine dritte Reihe von Parasiten schadet oder tödtet nur zufällig, indem sich die letzteren entweder zu stark vermehrt haben oder zu empfindliche edle Organe durch ihre zufällige Gegenwart beeinträchtigten. Ein sehr großer Theil der Schmarotzer, besonders aus der Abtheilung der Helminthen scheint ohne alle Nachtheile für ihre Wohnthiere in diesen existiren zu können. Zu denjenigen Schmarotzern, welche durch ihre Anwesenheit dem Wohnthiere stets den Untergang bereiten, gehören die Larven der Tachinarien und Ichneumoniden, welche in der Leibeshöhle der verschiedensten Insectenlarven wohnen und den Nahrungssaft derselben aufzehren. Viele dirser bewohnten Insectenlarven kommen dann schon vor ihrer Verpuppung um, mehre erst nach der Verpuppung, indem ihre Schmarotzer sich sämmt-

---

[1]) Während meines frühern Aufenthalts in dem schönen an der Weichsel gelegenen Danzig hatte ich im dortigen städtischen Krankenhause bei den Krankenvisiten, bei welchen ich den damals dirigirenden Oberarzt Dr. Baum häufig begleitete, mehrmals Gelegenheit, an den mir ganz unbekannten Bandwurmleidenden, je nachdem ihnen Taenia oder Bothriocephalus abgegangen war, zu bestimmen, ob sie diesseits oder jenseits der Weichsel einheimisch waren.

[2]) Auffallende Beispiele dieser Art findet man von Wawruch mitgetheilt, in dessen Monographie der Bandwurmkrankheit durch 206 Krankheitsfälle erläutert. Wien 1844. (im Auszuge in den medicinischen Jahrbüchern des österreichischen Staates. 1841. S. 142.). Hieher gehören auch die beiden Fälle, welche Haselberg (in der medicinischen Zeitung. Berlin 1837. Nr. 32. Seite 158.) und Eschricht (Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Carol. l. c. pag. 140.) erzählt haben.

lichen Nahrungsstoff aneignen. Ein lebensgefährlicher Gast ist unter den Helminthen der Coenurus cerebralis, welcher durch seine allmälige Ausdehnung im Gehirne der spanischen Schaafe so viel Gehirnsubstanz verdrängt, und so reizend einwirkt, daß in Folge dessen die merkwürdigen Dreherscheinungen eintreten, verbunden mit Störungen in der Ernährung, wodurch der Tod des Schaafes unausbleiblich ist. Als stets sehr lästige Hautbewohner, ohne jedoch den Tod ihrer Wohnthiere herbeizuführen, haben sich die Krätz- und Räudemilben, der Pulex penetrans und die Filaria medinensis berüchtigt gemacht. Die Oestruslarven im Magen der Pferde können oft so überhand nehmen, daß die Verdauung der Wohnthiere dadurch im höchsten Grade gestört wird. Strongylus trachealis, welcher die Luftröhre verschiedener Vögel bewohnt, hat sich zuweilen bei jungen Hühnern so vermehrt, daß die letzteren an Erstickungszufällen umgekommen sind. Oxyuris vermicularis vermehrt sich in Kindern nicht selten so ungeheuer, daß der Reiz der Bewegungen dieser Würmer im Mastdarm und am After ein starkes, unerträgliches Jucken verursacht, und häufig die verschiedensten Zufälle als Reflexerscheinungen hervorruft. Bandwürmer, welche zuweilen äußerst lang sich durch eine große Strecke des Darmkanals im Menschen hinziehen, erzeugen sehr unangenehme Empfindungen, wenn sie, durch gewisse Speisen berührt oder durch Schallwellen erschüttert, sich lebhaft zusammenziehen. In sehr edlen, zarten Organen kann die Anwesenheit von sonst unschädlichen Schmarotzern wesentliche Störungen hervorrufen, so kann Filaria papillosa im Augapfel der Pferde und Cysticercus cellulosae im Augapfel des Menschen Erblindung zur Folge haben. Auch im Gehirne kann Cysticercus cellulosae, wenn derselbe in zu großer Menge vorhanden ist, die Gehirnthätigkeit wesentlich beeinträchtigen. Echinococcus hominis kann in den Lungen, in der Leber und überhaupt im Peritonäum so stark heranwachsen, daß er alle Organe um sich her verdrängt, wodurch eine Menge krankhafter Zufälle und selbst der Tod eintreten werden. Viele Störungen im menschlichen Organismus werden aber auf Rechnung von Helminthen und anderen Schmarotzern geschoben, ohne daß diese daran Schuld haben oder vielleicht gar in einem solchen erkrankten Menschen vorhanden sind. Man spricht gewiß immer noch viel zu oft von Wurmkrankheiten, während man es nur mit äußerst reizbaren oder mit skrophulösen, leukophlegmatischen Personen zu thun hat. Sehen wir uns in der übrigen Thierwelt um; so werden wir die Anwesenheit von Helminthen mit ganz anderen Augen betrachten lernen. Wir finden fast ohne Ausnahme bei allen Thieren und oft in ungeheurer Menge Helminthen vor, welche die Gesundheit ihrer Wohnthiere nicht im Geringsten stören, ja, man kann es als ein Zeichen von Krankheit ansehen, wenn die Helminthen ihre Schlupfwinkel verlassen und auswandern. Frisch eingefangene oder erlegte wilde Thiere beherbergen gewöhnlich Darmhelminthen, erhält man aber dergleichen wilde Thiere einige Zeit am Leben, indem man ihnen Nahrungsmittel reicht, welche sie sonst zu fressen nicht gewohnt sind, so scheinen ihre Helminthen dies sehr bald zu spüren, der fremdartige Speisebrei behagt ihnen nicht mehr, sie wandern aus, gehen mit den Fäces ab und nach dem später erfolgten Tode jener Thiere findet man ihren Darm von Schmarotzern leer. Dergleichen Auswanderungen werden nicht selten von den Darmhelminthen erkrankter Menschen vorgenommen, indem sie theils durch Medicamente, theils durch die Entmischungen der erkrankten Organismen verscheucht werden, und sind im letztern Falle ein schlimmes, den nahen Tod verkündendes Zeichen.

Es liegt nicht in dem Zwecke dieser Abhandlung, speciell in die Ausein-

anderſetzung der Lebensweiſe und Organiſation der einzelnen Paraſiten einzugehen, doch ſcheint es paſſend, außer den menſchlichen Paraſiten von den übrigen Schmarotzern diejenigen noch einer genauern Betrachtung zu unterwerfen, welche durch ihre Entwicklung, Fortpflanzung, Aufenthalt und Wanderung dem Phyſiologen und Arzte ein ganz beſonderes Intereſſe gewähren müſſen. Am Schluſſe dieſer Betrachtung dürfte es nicht ungeeignet ſein, der verſchiedenen Pſeudoparaſiten zu gedenken, welche unſer Intereſſe in mancherlei Hinſicht in Anſpruch nehmen müſſen, und zugleich uns Menſchen als Warnung dienen mögen, auf unſere Untrüglichkeit nicht zu viel zu bauen.

Insecta.

Diptera.

Oestrus hominis. Unter den Dipteren zieht zunächſt die Familie der Oeſtriden oder Daſſelfliegen unſere Aufmerkſamkeit auf ſich, indem ſeit Linnée [1]) ſchon oft von einem Oestrus hominis die Rede geweſen iſt, ohne daß bis jetzt etwas Beſtimmtes darüber ermittelt werden konnte. So viel ſteht feſt, daß in Europa keine Daſſelfliege einheimiſch iſt, deren Larven als Schmarotzer urſprünglich auf den Menſchen angewieſen wäre. In allen Fällen, wo in Europa Daſſelmaden an Menſchen gefunden ſind, laſſen ſich dieſelben entweder auf ſolche an größeren Säugethieren ſchmarotzenden Oeſtruslarven zurückführen, welche ſich durch Zufall auf Menſchen verirrt hatten [2]), oder in die Kategorie der Pſeudoparaſiten [3]) einreihen.

Ganz anders lauten die Mittheilungen über einen Oestrus hominis aus Amerika, wo die Larven deſſelben unter der Haut des Menſchen wohnen ſollen. Eine Menge von Reiſenden und Aerzten berichten über eine Larve, welche beſonders im ſüdlichen Amerika, auf den weſtindiſchen Inſeln, in Surinam, Peru und Braſilien eine ſehr ſchmerzhafte Daſſelbeule an verſchiede-

---

[1]) Linnée (in den neuen nordiſchen Beiträgen. Bd. 1. S. 137.) ſpricht zuerſt ausführlicher von einem Oeſtrus, welcher in Südamerika die Menſchen plagt.

[2]) In einem Falle, welchen Leonhard (in der medicinischen Zeitung. Berlin 1837 Nr. 36. S. 178) mittheilte, hatte ſich ein Gerber mit der Zubereitung eines Hirſchfells beſchäftigt und nachher am Bauche eine Daſſelbeule erhalten, aus welcher eine Oeſtruslarve hervorgezogen wurde. Obgleich die Larve ſelbſt nicht näher beſchrieben wurde, ſo ſprechen doch die bei dieſem Falle erzählten Nebenumſtände ganz für eine zu den Cuticolen gehörige Oeſtruslarve, welche, wie Leonhard richtig vermuthet, ſich von jenem Hirſchfelle auf den Gerber verirrt haben mochte. In einem andern von Razoux mitgetheilten Falle (Roux: Journal de Médicine, T. 9. pag. 353. oder Tiedemann, von lebenden Würmern und Inſecten in den Geruchsorganen des Menſchen, S. 23.) ſcheinen ſich eine Menge Larven von Oestrus ovis in die Naſenhöhle einer Frau verirrt zu haben, da die durch Nieſen abgegangenen 72 lebenden Maden vollkommen den Larven der Schaafbremſe, welche Réaumur abgebildet hat, ähnlich geweſen ſein ſollen. Nach einer Mittheilung von Bracy Clark (The transactions of the Linnéan society. Vol. III. pag. 323.) ſoll eine Rinderdaſſel ihre Brut in die Kinnlade einer Frau abgeſetzt haben.

[3]) Die von Delavigne (Casper's medic. Wochenſchrift. 1838. Nr. 4 S. 63.) als die Larven des Oestrus bovis aus einer Beule am Kopfe eines Knaben hervorgezogenen eilf Maden rührten gewiß von einer Schmeißfliege her, welche Gelegenheit gefunden hatte, ihre Eier in die Höhle eines aufgebrochenen Abſceſſes hineinzupracticiren. Delavigne hat, wie dies gewöhnlich bei ſolchen Beobachtungen geſchieht, weder eine Beſchreibung dieſer Larven geliefert, noch dieſelben einem erfahrenen Entomologen zur Unterſuchung überlaſſen, ſondern ſich ſelbſt die Beſtimmung dieſer Maden zugetraut. Da nun in einer Daſſelbeule ſtets nur eine einzige träge Oeſtruslarve eng eingeſchloſſen ſteckt, ſo kann die Geſellſchaft beweglicher in einer gemeinſchaftlichen Eitergeſchwulſt beiſammen wohnender Maden ſchwerlich zu Oeſtrus gehört haben.

nen Hautstellen des Menschen, am häufigsten an den Armen, auf dem Rücken, dem Bauche und Scrotum hervorbringen [1]). Leider fehlt es noch immer an einer genauen Beschreibung dieser Larve und Fliege, aus der sich ergeben müßte, ob der Oestrus hominis wirklich eine selbstständige Species oder nur ein von Säugethieren auf Menschen verirrter Oestrus ist [2]). Nach Guyon's Angabe führt diese Larve in den verschiedenen Gegenden Amerika's sehr verschiedene Namen [3]). Auf Guadeloupe und auch zu Cayenne heißt dieselbe ver macaque, in den französischen Kolonien von Trinidad dagegen ver maringouin, während die Spanier von Neugranada dieselbe Made mit dem Namen gusano del monte, und die Eingeborenen von Peru dieselbe mit fluglacuru oder flugacuru bezeichnen. Durch eine Mittheilung des Dr. d'Abreû aus Minas Geraës, bei dem ich mich im vorigen Jahre mündlich nach dem Oestrus hominis erkundigte, erfuhr ich, daß unter dem Namen berne eine unter der menschlichen Cutis schmarotzende Made den Einwohnern der brasilianischen Provinz Minas Geraës bekannt sei [4]). So bestätigt es sich also immer mehr, was

---

[1]) Eine Reihe von hieher gehörigen Beobachtungen hat Keferstein (die dem Menschen und den Thieren schädlichen Insecten. Erfurt 1837. S. 54.) gesammelt, eine andere Reihe ähnlicher Beobachtungen sind von Hope (in den Transactions of the entomological society. London, 1840. Vol. II. pag. 270.) tabellarisch zusammengestellt worden. Ueber einige andere Fälle von Oestrus hominis, welche im südlichen Amerika beobachtet wurden, stattete Guyon (L'Institut. 1838. Nr. 238. p. 229. und Gazette médicale de Paris. 1839. Nr. 20. pag. 315.) Bericht ab. Der in Stedmann's Reise nach Surinam (s. Illiger's Magazin für Insectenkunde. Bd. 1. S. 230.) erwähnte Hautwurm gehört vielleicht auch hierher.

[2]) Die von Linnée gegebene Notiz (nord. Beitr. a. a. O.), daß die Fliege des Oestrus hominis schwärzlich (fuscus) und nicht viel größer als die gemeine Hausfliege sei, kann der Ungenauigkeit wegen uns keinen Begriff von diesem Insecte geben. Eine von Audouin (in Froriep's neuen Notizen. 1838, Nr. 107, S. 294.) hingeworfene Aeußerung, daß er den in Cayenne vorkommenden Oestrus hominis gründlich studirt habe, gab Hoffnung, eine Beschreibung des interessanten Parasiten aus der Feder eines der ausgezeichnetsten Naturforscher zu erhalten, die aber bis jetzt nicht in Erfüllung gegangen zu sein scheint.

[3]) Gazette médicale a. a. O. und Froriep's neue Notizen. Nr. 231. S. 168.

[4]) Ich habe mir von Herrn d'Abreû die Zusendung dieser Schmarotzer versprechen lassen, und theile einstweilen die Notizen mit, welche mir derselbe hier in Erlangen über denselben niedergeschrieben hat:

»Le Berne est un ver, qu'on rencontre dans le province de Minas Geraës au Brèsil, particulièrement dans quelques endroits du département de Rio das Vilhas. Ce ver attaque les hommes et les boeufs pendant la saison chaude, qui commence dès le mois de Novembre et dure jusqu'au Février. Peudant la saison froide il disparait. Ce ver s'approche des hommes sans qu' ils s'en aperçoivent, et les parties qu'il aime le plus à attaquer sont la région lombaire, les muscles des bras et des jambes et le scrotum. Quand il est entré dans quelques parties du corps, il s'annonce par le prurit, la rougeur et le gonflement de la peau. Avec le temps le gonflement commence à diminuer, et on découvre une orifice par laquelle le ver était entré. Bientôt suit un écoulement du pus et d'une liquidité blanchâtre. La fièvre et le mal de tète sont les symptomes qui annoncent la présence de ce ver. Le traitement, qu'on a employé chez les hommes, est l'emplâtre de résine éléme; pendant vingtquatre heures on peut obtenir la mort du ver, principalement quand l'emplâtre est employé après qu'on a aperçu son existence, laquelle on sent tout de suite, dès que l'animal s'introduit dans la peau. Après la mort du ver le gonflement devient aplati, on observe alors l'orifice par où il était entré. Par l'orifice écoule un liquidité blanchâtre. Dans cet époque on peut exercer quelque pression autour de l'orifice, pour faire sortir le ver. Quelquefois on l'obtient déjà après le prémier essai. L'origine de cet animal n'est pas encore connu; quelques uns pensent qu'il doit son origine à une grande mouche qu'on appelle Berne, et pour ce là on lui a donné le nom de la mouche; d'autres pretendent qu'il de-

Alexander von Humboldt von den niederen Regionen der heißen Zone Amerika's behauptet[1]), daß nämlich da, wo die Luft mit Myriaden der Mosquitos angefüllt ist, welche einen großen und schönen Theil der Erde unbewohnbar machen, noch der Oestrus hominis hinzukommt, welcher seine Eier in die Haut des Menschen legt und schmerzhafte Geschwülste in derselben hervorbringt.

Pulex irritans. Außer dieser Flohart, welche dem Menschen allein eigenthümlich ist[2]), giebt es noch verschiedene auf Hunden, Ratten, Fledermäusen und anderen Säugethieren, ja, selbst auf Vögeln wohnende Flohspecies[3]); es wird daher der Hund mit Unrecht beschuldigt, daß er diesen Schmarotzer (pulex irritans) in die Wohnung und Umgebung des Menschen bringe. Da, wo der Fußboden der Wohnungen, besonders die Ritzen der Dielen nicht sorgfältig von Staub, in welchem die Larven des Pulex irritans sowohl wie des Pulex Canis gerne nisten, rein gehalten werden, werden sich Flöhe am Körper des Menschen einfinden, ohne daß Hunde davon die Schuld tragen. Daß sich hier und da Hundeflöhe auf Menschen und Menschenflöhe auf Hunde verirren, kann freilich nicht geleugnet werden.

Pulex penetrans. Der sogenannte Sandfloh, welcher sich als vollständig entwickeltes Insect unter die Haut des Menschen, am liebsten unter die Nägel desselben sowohl an den Händen wie an den Füßen einbohrt, kommt in Westindien und dem südlichen Amerika sehr verbreitet vor, und ist in den verschiedenen Gegenden jenes Continents mit den verschiedenartigsten Namen belegt worden, von welchen die Bezeichnungen Chique, Chigger, Chigoe, Pique, Tschike, Bicho, Nigua, Tungua, Ton, Attuu am häufigsten erwähnt werden[4]). Es bohrt sich dieses Insect schnell unter die Haut und bildet dann ein kleines schwarzes Pünktchen, um welches sich ein helles Bläschen, oft bis zur Größe einer Erbse entwickelt. Es ist dieses Bläschen nicht, wie man früher geglaubt hat, eine besondere Kyste, sondern der wahrscheinlich hydropisch gewordene Leib, in welchem die Eierröhren mit den Eiern nach und nach zur Ausbildung gelangen. Die Eier werden von dem Thiere, wie es scheint, gar nicht gelegt, indem der blasenförmige Leib des Weibchens nach seinem Tode den Eiern als gemeinschaftliche Hülle dient. Aus diesen Eiern entwickeln sich nun Larven, welche die Umgegend ihrer Geburtsstätte durch Nagen unterminiren und zu bösen Geschwürsbildungen Veranlassung geben. Nach Lallemand soll diese Brut ihre ganze Lebenszeit hindurch schmarotzen und neue Eierkysten hervorbringen[5]). Es wird jedoch angenommen werden müssen, daß die Larven des Sandflohes späterhin auswandern,

---

rive de quelques petits vers, qui habitent les forêts, et qui viennent s'alimenter des hommes et des boeufs, qui ont séjourné dans des bois. Rarement encore on l'a trouvé dans des personnes qui jamais n'ont quitté leur maison.«

A. S. d'Abreû.

[1]) Essai sur la Géographie des Plantes. pag. 136.

[2]) Ueber die Naturgeschichte des Flohes vergl. Jördens: Entomologie und Helminthologie des menschlichen Körpers Bd. 1. S. 41. Taf. 4. Fig. 1 — 23, wo auch die Literatur ziemlich vollständig zusammengestellt ist.

[3]) Den Pulex Canis, Musculi und Vespertilionis hat Dugès (Annales des sciences naturelles. T. 27. 1832. pag. 145.) beschrieben, zu welchen Bouché (Nov. Act. Physico-medica Acad. nat. curios. T. 17. 1835. pag. 501.) noch die Beschreibung eines Pulex Felis, Martis, Sciurorum, Erinacei, Talpae und Gallinae hinzugefügt hat.

[4]) S. Jördens a. a. O. S. 47. Taf. VI. Fig. 24. und Dictionnaire des sciences naturelles. 1817. Planches. Entomologie. Aptères. Pl. VI. Fig. 4 — 5.

[5]) Schmidt's Jahrbücher der in- und ausländischen Medicin. Bd. 35. 1842. Seite 171.

um sich zu verpuppen und ihre Metamorphose zu vollenden. Als vollständig entwickelte Insecten werden dann nur die befruchteten Weibchen die Haut des Menschen und verschiedener Thiere aufsuchen, und in diese zur Unterbringung ihrer Brut sich einbohren, wenigstens sollen nach Skripitzin's Angabe [1]) noch niemals männliche Individuen oder unbefruchtete Weibchen des Sandflohes beobachtet worden sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß man unter pulex penetrans verschiedene Sandfloharten zusammenfaßt; so berichtet Lund [2]), daß in Brasilien selten ein Hausthier gefunden würde, welches nicht vom Sandfloh verstümmelt sei, und daß selbst Ameisenbären und Gürtelthiere von diesem Schmarotzer nicht verschont blieben. Nach Skripitzin unterscheiden die Brasilianer einen Bicho do cachorro und Bicho dope, auch Roberts spricht von zwei Species, welche in Westindien als schwarzer und weißer Gigger bezeichnet werden [3]).

Aptera.

Pediculus vestimenti. Die Kleiderlaus ist ganz besonders unter den slavischen Völkerschaften sehr verbreitet, schmarotzt an den nicht mit Haaren bewachsenen Theilen des Körpers, und verbirgt sich gerne zwischen den Nähten der Kleider, wo sie auch ihre Eier absetzt. Es entstehen die Kleiderläuse nicht etwa durch generatio aequivoca aus dem an den Kleidern und dem Leibe der Menschen haftenden Schmutze, sondern ihre Verbreitung findet stets durch Ueberwandern von einem Menschen zum andern Statt, denn in Deutschland nimmt man häufig unter der niedern Volksclasse eine durch Armuth herbeigeführte große Unreinlichkeit in der Kleidung wahr, ohne daß Kleiderläuse dabei anwesend sind.

Pediculus capitis. Die Kopflaus wird noch immer häufig als Beweis einer Existenz der generatio aequivoca angeführt, und doch wird man da, wo sich bei einem Individuum, welches früher von diesen Parasiten niemals heimgesucht war, plötzlich Läuse vorfinden, immer die Beobachtung machen können, daß es eine übergewanderte befruchtete und trächtige weibliche Laus gewesen ist, welche sich durch ihre Eier schnell vermehrt hat und beim Ueberwandern übersehen worden war. Die bei Kopfausschlägen oft so ungeheuer überhand nehmende Menge von Kopfläusen ist theils dem unterlassenen Kämmen, theils dem ungewöhnlichen Reichthum von Säften zuzuschreiben, wodurch bei diesen Thieren das Heranwachsen und Fortpflanzungsgeschäft sehr befördert wird.

Pediculus tabescentium. Unter diesem Namen ist schon mehrfach ein läuseartiger Parasit beschrieben worden, der bei verschiedenen an den mannichfaltigsten Symptomen erkrankten Menschen fast plötzlich und in ungeheurer Menge zum Vorschein gekommen ist. Es sollen diese Läuse aus der Haut hervorkriechen und durch Urzeugung entstehen. Leider fehlt noch immer eine genaue Beschreibung und Abbildung dieses Thieres [4]), und man

---

[1]) Ebendas. Bd. 26. 1840. S. 301.

[2]) Isis. 1843.

[3]) London medical Gazette. New Series. May 1842. pag. 257.

[4]) Die Abbildung in Alt's Dissertation (de Phthiriasi. Bonnae 1824. Fig. 4.) ist noch die beste, genügt aber keineswegs.

muß es im höchsten Grade bedauern, daß die Beobachter von Läusesucht es niemals der Mühe werth gehalten, die dabei zum Vorschein gekommenen Thiere aufzubewahren, und daß sie fast niemals einen Entomologen von Fach bei der Bestimmung und Untersuchung dieser Thiere zu Rathe gezogen haben. Daher ist es denn auch gekommen, daß die verschiedenartigsten Thiere für Läuse erklärt worden sind und die meisten unter dem Namen Phthiriasis beschriebenen Fälle eigentlich weiter nichts bezeichnen, als verschiedene krankhafte Zustände von Menschen, während welcher man eine Menge kleiner Thierchen auf dem Leibe der Patienten herumkriechen sah. Ob diese Thiere aber wirklich Läuse oder vielleicht Milben gewesen sind, welche den Menschen eigenthümlich angehören, oder ob diese Läusen und Milben dem Menschen fremde, von Thieren zu ihm hinübergewanderte Parasiten gewesen sind, das läßt sich in vielen Fällen wegen Mangelhaftigkeit der Beobachtung nicht entscheiden. Nichtsdestoweniger werden diese Fälle zur Feststellung einer eigenthümlichen Krankheit, der Phthiriasis, benutzt, bei welcher jene Läuse entweder die Ursache oder das Product des Krankheitsprocesses sein sollen. Sollen die Berichte über beobachtete Läusesucht irgend etwas nützen, so ist es vor Allem erforderlich, daß die gefundenen Parasiten wissenschaftlich beschrieben werden; es muß darauf gesehen werden, ob dieselben wirklich aus der Haut hervorkriechen, oder ob sie nur unter den Schuppen, Krusten und Borken des vielleicht schon lange da gewesenen Ausschlages verborgen stecken, ferner wird darauf geachtet werden müssen, in welchem Entwicklungszustande sich die Parasiten vorfinden, ob alle eine gleiche Größe besitzen, oder ob sie in allen Entwicklungszuständen vorhanden sind und endlich, ob ihre Eier und Eihüllen unter der Haut oder unter den Ausschlagskrusten aufgefunden werden können. Bei der ungeheuren Menge, in welcher gewöhnlich diese Parasiten vorkommen sollen, muß sich eine solche Untersuchung leicht anstellen lassen, freilich reicht dazu eine oberflächliche Beobachtung mit unbewaffnetem Auge nicht hin.

Pediculus pubis. Die bekannte Filzlaus meidet durchaus die Kopfhaare, nistet sich aber in allen übrigen mit Haaren bedeckten Stellen des menschlichen Körpers ein, wo sie sich mit ihrem Kopfe tief in die Haut einbohrt.

Außer diesen auf dem Menschen wohnenden Läusen sind noch verschiedene größere Säugethiere von Pediculinen geplagt, welche leicht mit den Nirmiden, den Pelzfressern verwechselt werden, sich aber mehr durch Saugen von Blut und Säften ernähren, während die Nirmiden stets die Epidermisschüppchen, die Haare und Federn der Säugethiere und Vögel benagen und daher mit zwei sehr kräftigen, hornigen Kiefern ausgestattet sind [1]). Fast jede Vogelart ist mit einer oder mehren Nirmiden-Arten behaftet, und unter den vielen beschriebenen Fällen von Phthiriasis des Menschen befinden sich einige, in welchen die Läusesucht die von Haus- und Stubenvögeln auf Menschen verirrten Nirmiden erzeugt hatten.

---

[1]) Nitzsch: Darstellung der Familien der Thierinsecten, in Germar's und Zincken's Magazin a. a. O., Burmeister: Handbuch der Entomologie. Bd. 2. S. 418., Denny: monographia anoplurorum Britaniae. Londin. 1842., und Gurlt: über die auf den Haus-Säugethieren und Hausvögeln lebenden Schmarotzer-Insecten und Arachniden, in Gurlt's und Hertwig's Magazin für die gesammte Thierheilkunde. 8ter Jahrg. Heft 4. und 9ter Jahrg. Heft 1.

Arachnida.

Acarina.

Die Acarinen enthalten eine zahllose Menge von Thierschmarotzern, welche am Menschen, an den Säugethieren, Vögeln, beschuppten Reptilien, Insecten und selbst Mollusken angetroffen werden. Sie kriechen entweder auf ihren Wohnthieren frei umher, oder bohren sich mit dem Kopfende in die Haut derselben ein. Sehr viele leben gänzlich unterirdisch in der Haut verborgen, andere wiederum suchen natürliche Höhlen ihrer Wohnthiere auf und führen so ein entoparasitisches Leben.

Von frei auf der Haut umherkriechenden Schmarotzermilben scheint der Mensch verschont zu sein[1]), zwar sind von Aerzten unter dem Namen Acariasis verschiedene Fälle beschrieben worden, in welchen eine Menge Milben auf der Haut des Menschen zum Vorschein gekommen sein sollen. Wegen Mangels einer wissenschaftlichen Beschreibung dieser Thiere muß man es aber dahin gestellt sein lassen, ob die beobachteten Thiere wirklich Milben gewesen sind; in einigen Fällen waren es aber gewiß keine dem Menschen eigenthümliche, sondern von Vögeln übergewanderte Schmarotzermilben, ja es fragt sich, ob nicht auch Milben, welche an feuchten unreinen Orten leben und sich auf Menschen oder deren Leichen verirrt hatten, für Parasiten des Menschen gehalten worden sind[2]).

Unter denjenigen Milben, welche sich mit ihrem Vorderleibsende in die Haut der Thiere einbohren, verfolgen mehre Arten in verschiedenen Weltgegenden den Menschen. In Europa lauert der Ixodes Ricinus auf Gebüschen, um sich von Thieren und auch von Menschen abstreifen zu lassen. Diese Milbe, wenn sie sich nach und nach mit Blut vollgesogen hat, bläht sich so außerordentlich auf, daß sie einem nüchternen Individuum nicht im Geringsten mehr ähnlich sieht. Eine diesem Holzbocke verwandte Milbe (Acarus americanus) lebt in den Wäldern Amerika's Thieren und Menschen zur Plage[3]). Die unter dem Namen Leptus autumnalis bei uns einheimische rothe und sechsfüßige Milbe, welche sich gerne in die Haut des Menschen mit ihrem Vorderleibsende eingräbt, ist gewiß, wie ihre verwandten an Insecten schmarotzenden Arten, nur der Jugendzustand einer achtfüßigen Milbe, welche nach ihrer Verwandlung ihren bisherigen Wohnort verläßt und das Schmarotzerleben aufgiebt[4]).

---

[1]) Der in Persien so sehr gefürchtete Argas persicus gehört nicht eigentlich zu den ächten Schmarotzern, da diese Milbe nicht auf dem menschlichen Körper wohnt, sondern gleich der Bettwanze die menschliche Haut des Nachts zur Stillung ihres Hungers aufsucht. Vergl. Keferstein: a. a. O. S. 157 und Walckenaer: histoire naturelle des Insectes. Aptères. Pl. 33. Fig. 6.

[2]) Man hüte sich bei der ungemeinen Verbreitung der Milben, sich während dergleichen Untersuchungen nicht täuschen zu lassen. In Geschirren, in welchen thierische und andere organische Flüssigkeiten und feuchte Substanzen nach und nach austrocknen, finden sich sehr häufig Milben ein. Werden solche Gefäße, ohne daß sie vorher sorgfältig gereinigt wurden, zum Auffangen von Ausleerungen kranker Menschen oder zur Unterlage von aus Leichen genommenen Präparaten benutzt, so können leicht diese Gegenstände der Untersuchung mit Milben verunreinigt werden, welche mit denselben sonst in gar keiner Beziehung stehen.

[3]) Vergl. Jördens a. a. O. Bd. 1. S. 195 und Treviranus: über den Bau der Nigua, in Tiedemann's und Treviranus' Zeitschrift der Physiologie. Bd. 4. S. 185. Taf. 15.

[4]) Eine solche sechsbeinige, unter den Flügeldecken der Wasserkäfer schmarotzende

Aus der Abtheilung der minirenden Schmarotzermilben hat in der neuesten Zeit die Krätzmilbe, Sarcoptes scabiei, die Aufmerksamkeit der Aerzte ganz besonders auf sich gezogen, und die früheren Ansichten über das Wesen der Krätze gänzlich umgestoßen. Nachdem man die Naturgeschichte dieses Schmarotzers kennen gelernt hat, kann jetzt nicht mehr von einem Krätzgift, von einer Krätzdyskrasie, zurückgetretener Krätze und der sich an diese Ideen knüpfenden Behandlung der Krätzkranken die Rede sein, denn man weiß nun, daß die Krätzpusteln nur in Folge des Hautreizes entstehen, welchen die minirenden, sich durch Eier fortpflanzenden Krätzmilben erregen [1]). Freilich finden sich hier und dort immer noch Aerzte vor, welche dem alten hergebrachten Glauben über Krätze unerschütterlich anhängen; es sind dies meist solche, welche mit dem Auffinden der Krätzmilbe nicht vertraut geworden sind, und nach einigen fehlgeschlagenen Versuchen, dieselbe zu finden, diese allerdings Uebung erfordernden Untersuchungen ganz aufgegeben haben und lieber an der Existenz dieses Thieres zweifeln, als sich durch das Auffinden desselben in ihrer Ansicht über das Wesen der Scabies beunruhigen zu lassen. Freilich muß man aber auch auf der andern Seite die Sache nicht übertreiben, und überall belebte und organisirte Contagien sehen wollen, wodurch bei vorgefaßter Meinung sich bereits manche Irrthümer in die neuere Lehre von der Ansteckung eingeschlichen haben. Wie leicht hier Thiere gesehen werden, davon liefert uns das aus der Luft gegriffene Cholerainsect ein Beispiel. Aber auch das von Donné in syphilitischen Blennorrhöen gefundene und Trichomonas vaginalis genannte Thierchen gehört höchst wahrscheinlich hieher, da es wohl nichts Anderes gewesen ist, als eine einzelne mit beweglichen Cilien besetzte und mißbildete Flimmerzelle, welche sich von dem Epithelium der inneren Geschlechtsorgane abgelös't hat und mit der Blennorrhoe fortgespült wurde [2]).

Zu den in natürlichen Höhlen des Menschen wohnenden Schmarotzermilben gehört der in neuerer Zeit entdeckte Acarus folliculorum, welcher in den Haarsäcken und Talgdrüsen an den verschiedensten Stellen des menschlichen Körpers anzutreffen ist [3]). Auch dieser Parasit hatte anfangs zu der sanguinischen Hoffnung Veranlassung gegeben, daß in ihm wieder ein belebtes und

---

Milbe wurde von Audouin unter dem Namen Aclysia beschrieben und von Burmeister als der Larvenzustand einer Hydrachna erkannt. Vergl. Isis. 1834. S. 138. Tafel 1.

[1]) Vergl. Gras: recherches sur l'Acarus ou Sarcopte de la gale de l'homme. Paris 1834. Raspail: mémoire comparatif sur l'histoire naturelle de l'insecte de la gale. 1834; aus dem Französischen mit Anmerkungen übersetzt. Leipzig 1835. Hartwig: Versuche über die Schaafräudemilben, und über die Krätz- und Räudemilben, im Magazin für die gesammte Thierheilkunde. 1835. Ferner Hering: die Krätzmilben der Thiere, in den Nov. Act. Acad. Leop. Carol. Nat. Curios. Vol. 18. P. I. pag. 575· und Wilson: a practical and theoretical treatise on the diagnosis, pathology and treatment of diseases of the skin. London 1842. pag. 368.

[2]) Donné: recherches microscopiques sur la nature des mucus et la matière des divers écoulements des organes génito-urinaires chez l'homme et chez la femme. Paris 1837. Vergl. auch den Atlas von Leblond zu Bremser: traité zoologique et physiologique sur les vers intestinaux de l'homme. 1837. Pl. 14. Fig. 19 et 20. Ferner Vogel: icones histologiae pathologicae. Tab. XI. Fig. IX. Was die Bedeutung dieser Trichomonas sehr verdächtig macht, ist eine Bemerkung von R. Froriep, welcher (Froriep's neue Notizen. 1837. Bd. 2. S. 88.) in syphilitischen Excretionsflüssigkeiten sogar verschiedene Infusorien und außerdem noch eine Acarusart entdeckt haben will.

[3]) Vergl. G. Simon in Müller's Archiv. 1842. S. 218, Wilson: diseases of the skin. a. a. O. pag. 385. und Miescher in dem Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel vom Aug. 1840 bis Jul. 1842. S. 191.

organisirtes Contagium eines Exanthems gefunden worden sei, indem man glaubte, seine Anwesenheit erzeuge die Acne punctata. Allein man findet diese Milbe nicht immer bloß da, wo Aknepusteln vorhanden sind, sondern auch bei Individuen, welche eine ganz reine normale Haut besitzen. Die eigenthümliche von der gewöhnlichen Form der Milben so sehr abweichende Gestalt des achtfüßigen, nur im jugendlichen Zustande sechsfüßigen Acarus folliculorum erregte anfangs Anstand, das Thier zu den Acarinen zu zählen, indessen steht dieser langgeschwänzte Acarus nicht als ein Unicum da, denn auch der von Dugès beschriebene Acarus, welcher in kleinen taschenförmigen Gallen der Lindenblätter nistet, zeichnet sich durch einen außerordentlich langgestreckten Leib aus [1]).

Von den übrigen im Innern lebender Thiere wohnenden Milben [2]) ist noch ein Acarus zu erwähnen, welcher einige Male von Erdl in menschlichen Comedonen entdeckt worden ist [3]). Es ist diese Milbe gewiß ganz dieselbe, welche in dem von Alt beschriebenen Falle einer Acariasis [4]) aus der Haut einer alten Frau hervorgekrochen war. Mit dem Acarus folliculorum hat diese Milbe nichts gemein, dagegen stimmt dieselbe mit Dermanyssus avium Dug. so genau überein [5]), daß man glauben möchte, diese Vogelmilbe, welche auf Tauben, Hühnern, Schwalben und anderen Hausvögeln schmarotzt, sei in den von Erdl und Alt beobachteten Fällen auf Menschen übergewandert.

Crustacea.

Das Heer der Schmarotzerkrebse, welche theils zu den Isopoden, theils zu den Lämodipoden gehören oder eine besondere Abtheilung der Entomostraceen bilden, enthalten keinen am Menschen schmarotzendeu Parasiten. Viele dieser Parasiten bieten aber durch ihre rückschreitende Metamorphose ein großes physiologisches Interesse dar [6]). Interessant ist es auch, daß einige dieser Schmarotzerkrebse, obwohl die meisten sich auf Fischen ansiedeln, doch auch aus den niedrigen Thierclassen sich Wohnthiere aufsuchen [7]).

---

[1]) Vergl. Dugès in den Annales des sciences naturelles. T. II. 1834. pag. 104. Pl. XI. Fig. 1. 2. 3.

[2]) Ich verweise in dieser Beziehung auf die von Miescher (in dem Berichte über d. Verh. d. nat. Ges. in Basel, a. a. O. S. 183) gemachten Mittheilungen.

[3]) S. Vogel's Icones a. a. O. Tab. XII. Fig. 7.

[4]) Alt: de Phthiriasi a. a. O. pag. 2. Fig. 1.

[5]) Dugès: sur les Acariens, in den Annales des sciences naturelles. T. II. pag. 19. Pl. 7. Fig. 1., Degeer: Abhandlungen der Geschichte der Insecten. Bd. 7. S. 47. Taf. 6. Fig. 13., Hermann: mémoire aptérologique. Pl. 1. Fig. 13. (Acarus Hirundinis), und Gurlt: im Magazin für die gesammte Thierheilkunde, 9ter Jahrg. 1843. S. 21. Taf. I. Fig. 16 u. 17. Aus den beiden letzteren von Gurlt gelieferten Abbildungen geht klar hervor, daß Vogel ein männliches und Alt ein weibliches Individuum dieser Schmarotzermilbe abgebildet hat. Die verschiedene Zeichnung dieser Milbe rührt von den verästelten Blindsäcken des Darmkanals her, welche, je nachdem das Thier viel oder wenig Blut eingesogen hat, mehr oder weniger dunkel aus der Haut hervorschimmern.

[6]) Vergl. Nordmann: mikrograph. Beiträge. Heft 1., Burmeister: Beschreibung einiger neuen oder weniger bekannten Schmarotzerkrebse, in den Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. 17. pag. 269., Kröyer in der naturhistorisk Tids-Skrift. B. I. u. II., und Milne Edwards: histoire naturelle des Crustacés. T. III. pag. 488.

[7]) Hieher gehört die von Will (in Wiegmann's Archiv. 1844. S. 337) in den Actinien entdeckte und unter dem Namen Staurosoma beschriebe Lernäide. Einen mit Ergasilus verwandten Schmarotzer fand ich in Pola äußerlich auf dem Bauche der Sabella ventilabrum sehr häufig. Einen andern äußerst merkwürdig gestalteten

Vermes annulati.

Unter den Gliederwürmern, von welchen die Gattungen Chätogaster unsere Süßwasserschnecken[1]), Branchiobdella unsern Flußkrebs[2]) und Piscicola unsere Süßwasserfische bewohnt[3]), ist in neuerer Zeit Haemopis vorax in der Regentschaft Algier berüchtigt geworden, indem dieser Blutegel, aber wahrscheinlich nur als zufälliger Schmarotzer durch Trinkwasser in die Verdauungs- und Respirationswege der Menschen und Hausthiere hinüberschlüpft und hier fürchterliche Qualen verursacht[4]).

Vermes rotatorii.

Ein im Darmkanale von Lumbricus und Limax wohnendes Räderthier, welches Dujardin als Albertia vermiculus beschrieben hat[5]), ist bis jetzt der einzige Parasit dieser Abtheilung von Würmern. Man hat zwar den an Gammarus, Asellus und verschiedenen Wasserinsecten sich häufig vorfindenden Rotifer als einen Parasiten angesprochen, jedoch mit Unrecht, da er sich, gleich den Vorticellinen, nur an die genannten Thiere befestigt, um sich von ihnen herumtragen zu lassen, nicht aber, um aus ihnen Nahrung zu ziehen.

Vermes helminthes.

Gordiacei.

Gordius aquaticus. Dieser merkwürdige Fadenwurm lebt mit mehren verwandten Arten, von welchen die eine Dujardin unter dem Namen Mermis nigrescens beschrieben hat[6]), in der Leibeshöhle von Käfern, Orthopteren, Neuropteren, Lepidopteren und deren Raupen, kurz in den verschiedenartigsten Land- und Wasserinsecten[7]). Es zeichnen sich diese Fadenwürmer der Insecten durch eine ungewöhnliche Länge ihres Körpers aus, mit welchem sie die Leibeshöhle der kleineren Insecten, z. B. der Räupchen von Blattwicklern, oft so total ausfüllen, daß man nicht begreift, wie diese Thiere mit einem solchen umfangreichen Schmarotzer haben existiren können. Man kann bei diesen Fadenwürmern, welche getrennten Geschlechtes sind, das Auswandern sehr deutlich wahrnehmen. Sie sind dann stets ausgewachsen und brechen, mit dem Kopfende voran, an solchen Stellen der Insecten hervor, welche von weichen Hautstellen umgeben sind, bei Käfern am häufigsten neben der Afteröffnung, bei Raupen zwischen den Segmenten, bei Schmetterlingen zuweilen an den

---

Schmarotzerkrebs mit sonderbaren langen, dachziegelförmig übereinanderliegenden Rückenfortsätzen, treffe ich stets in der Kiemenhöhle der Phallusia intestinalis an.

[1]) Oersted in Kröyer's naturhist. Tidsskrift. Bd. 4. pag. 138.

[2]) Henle in Müller's Archiv. 1835. S. 574.

[3]) Leo ebenda. S. 419.

[4]) Vergl. Guyon's Mittheilungen in den Comptes rendus. T. 13. 1841. pag. 785, und T. 17. 1843. p. 424. oder L'Institut. 1841. pag. 346. u. 1843. pag. 292.

[5]) Dujardin: mémoire sur un ver parasite constituant un nouveau genre voisin des Rotifères, in den Annales des sciences naturelles. T. X. 1838. pag. 175. Pl. 2. Fig. 1—3., und histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires. pag. 654. Pl. 22. Fig. 1.

[6]) Annales des sciences naturelles. T. 18. 1842. pag. 133.

[7]) Ueber die Organisation und das Vorkommen dieser Fadenwürmer vergl. meine Mittheilungen in Wiegmann's Archiv. 1838. Bd. 1. S. 302., und 1843. Bd. 2. S. 302., ferner in der entomologischen Zeitung. 1842. S. 146. und 1843. S. 77. S. auch Dujardin: histoire des Helminthes. Paris 1845. pag. 62 und 294.

Schultern. Viele Entomologen, welche das Auswandern der Gordien bei Käfern beobachtet haben, glaubten gewöhnlich, es kröchen diese Würmer aus dem After ihrer Wohnthiere hervor. Ob die Insecten diese Schmarotzer ohne Nachtheil ertragen, will ich nicht entscheiden; in vielen Fällen scheint das Wohlbefinden der Larven von Käfern, Heuschrecken und Schmetterlingen eben nicht durch die Anwesenheit von Fadenwürmern gestört zu werden, da sie ihre vollkommene Entwicklung erreichen, und dann erst von riesenhaften Gordien verlassen werden. Kleinere Eulen- und Blattwicklerraupen sah ich freilich auch durch solche Fadenwürmer zu Grunde gehen. Höchst wahrscheinlich müssen die Gordiaceen von den Insecten auswandern, um einen passenden Ort zum Absetzen ihrer Brut aufzusuchen, und, wenn sie einsam gelebt hatten, um sich zu begatten. Einen solchen zur Begattung und Absetzung der Brut geeigneten Ort bietet ihnen gewiß das Wasser dar, welches diejenigen Gordien, welche in Wasserinsecten verborgen lebten, leicht bei ihrem Auswandern erreichen werden. Die in Landinsecten schmarotzenden Fadenwürmer dagegen werden oft auswandern, ohne zu jenem Elemente zu gelangen, und dann untergehen. Vielleicht mag einigen derselben auch schon feuchtes Erdreich, Schlamm u. s. w. genügen, da man nicht selten in feuchtem, sumpfigen Erdreich dergleichen Fadenwürmer lebendig und munter antrifft. Jedenfalls sind die Fadenwürmer der Insecten vielfach dem Zufalle Preis gegeben, doch hat die Natur auch ein Mittel zu finden gewußt, um wenigstens einige derjenigen Gordien, welche gerade auswandern, während sich ihre Wohnthiere an trocknen Orten befinden, vom gänzlichen Untergange zu retten. Es besitzen nämlich die Gordiaceen die Gabe, in einen lang dauernden Scheintod verfallen zu können. Finden sich dieselben nach ihrer Auswanderung nicht sogleich von Wasser umgeben, so vertrocknen sie zwar, schrumpfen zusammen und erstarren, sind aber im Stande, wenn sie nach einiger Zeit wieder mit Wasser befeuchtet werden, gänzlich wieder aufzuleben und sich nach wie vor lebhaft zu bewegen. Ich muß es hier gestehen, daß ich früher diese Berichte über das Wiederaufleben des Gordius aquaticus mit einigem Mißtrauen las, habe mich aber vor einiger Zeit mit eigenen Augen von dieser merkwürdigen Eigenschaft desselben überzeugt. Ich bemerke ausdrücklich, daß ich nicht etwa hygroskopische Bewegungen, welche die abgestorbenen vertrockneten Gordien ebenfalls, wie die wiederauflebenden, durch Wassereinsaugung an sich wahrnehmen lassen, mit willkürlichen, durch selbstständige Muskelthätigkeit erregten Bewegungen verwechselt habe[1]). Die hygroskopischen Bewegungen lassen sich hier sehr leicht unterscheiden, sie treten gleich anfangs, sowie das

---

[1]) Bei der Durchlesung des einen von Mathey (Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle et des arts. T. 91. 1820. pag. 476.) beobachteten Falles möchte man glauben, der Beobachter habe nur hygroskopische Bewegung der durch Wasser aufgeweichten Filaria Locustae gesehen. Daß aber die Gordiaceen wirklich eine ungemeine Lebenszähigkeit besitzen, davon hatte ich vor ein paar Jahren mich zu überzeugen Gelegenheit, als ich an einem warmen Frühlingsmorgen in einer Straße zu München einen zertretenen Laufkäfer (Pterostichus melas) aufhob und einen langen Fadenwurm, ganz starr und zu einer platten Schnur verschrumpft, aus dem Leibe jenes Insects heraushängen sah. Ich warf, zu Hause angekommen, den Käfer sammt dem um ihn geschlungenen ganz vertrockneten Schmarotzer in frisches Wasser; sogleich zeigten sich an letzterem die bekannten hygroskopischen Bewegungen, er rundete sich ab, entwirrte sich, streckte sich aus, und, siehe da, jetzt bewegte er sich auch ganz willkürlich schlangenförmig hin und her. Ich erkannte in ihm deutlich ein Weibchen des Gordius aquaticus, welches noch mehre Tage fortlebte. Ein interessanter, von Miram (Wiegmann's Archiv. 1840. Bd. 1. S. 35.) über Ascaris acus mitgetheilter Fall beweis't, daß auch vertrocknete Nematoden nach längerer Zeit wieder vollständig aufleben können.

scheintodte oder wirklich todte getrocknete Thier in das Wasser geworfen worden ist, am stärksten ein, sie hören bei dem todten Wurme aber auf, wenn er sich mit Wasser vollgesogen hat, während bei dem aus dem Scheintode erwachenden Individuum nach dem Aufhören der hygroskopischen Bewegungen nach und nach die willkürlichen Bewegungen immer deutlicher hervortreten. Durch diese Lebenszähigkeit gelingt es manchem Gordius, indem er während seines latenten Lebens Regen oder einen andern Zufall abwarten kann, vielleicht doch noch an den seinem weitern Lebenszwecke entsprechenden Ort zu gelangen. So leicht nun auch das Auswandern der Gordien aus Insecten zu beobachten ist, so schwer kann man erfahren, wie und in welchem Zustande die Brut derselben in Insecten einwandere. Daß die weiblichen Gordien ihre Eier in das Wasser absetzen, habe ich mehrmals beobachtet. Die zahllosen Eier des Gordius aquaticus bilden eine durch einen eiweißartigen Stoff zusammengehaltene, außerordentlich lange weiße Schnur, welche das Weibchen durch die mannichfaltigsten Verschlingungen seines Leibes um sich selbst herumwindet und unter stetem Zurückziehen seines Schwanzendes aus der Geschlechtsöffnung theilweise hervorzieht [1]). Die Brut der Gordiaceen lebt gewiß anfangs in Wasser und in feuchter Erde, und sucht später in weichhäutige Insectenlarven einzuwandern. Wie dieselben aber in solche Schmetterlingsraupen gelangen, welche sich nur auf Bäumen und Gebüschen aufhalten, bleibt uns ebenfalls noch sehr räthselhaft [2]).

Nematodes.

Filaria medinensis. Dieser in der heißen Zone der alten Welt einheimische Schmarotzer des Menschen bringt gewiß seine Jugendzeit außerhalb des menschlichen Körpers hin und wandert erst später durch die Haut in den Menschen ein, da besonders diejenigen Personen im Orient von der Plage dieses Hautschmarotzers heimgesucht werden, welche während der nassen Jahreszeit mit bloßen Füßen umhergehen. Höchst wahrscheinlich durchbohrt der später im Menschen ausgewachsene und zur Geschlechtsreife gelangte Wurm die Haut in der Absicht, um entweder, wie der Gordius aquaticus, auszuwandern, oder um wenigstens sein Kopfende hervorstrecken zu können, bei welcher Gelegenheit die weiblichen Individuen, welche lebendige Junge gebären [3]), ihre Brut mit Leichtigkeit nach außen schaffen können, da ihre Geschlechtsöffnung gewiß, wie bei den übrigen Filarien, dicht neben der Mundöffnung angebracht ist [4]). Dieser Versuch des Auswanderns, wobei

---

[1]) Auch Charvet (Annales des sciences naturelles. T. 2. 1834. pag. 124.) hat bei Gordien eine solche Eierschnur beobachtet. Der Wurm, welchen Léon Dufour aus dem Schwanzende einer Heuschrecken-Filarie hat hervortreten sehen (Annales des sciences naturelles. T. 14. 1828. pag. 222. Pl. 12. C.), ist gewiß nichts Anderes gewesen, als eine eben solche Eierschnur.

[2]) Ich berufe mich hier besonders auf die Raupen der Blattwickler, durch welche, namentlich durch die Larve von Tortrix pomonana, schon mehrmals Gordien in Birnen und Aepfel gelangt sind. Vergl. Rudolphi: synopsis entozoorum. pag. 219, Gravenhorst in der Isis. 1834. S. 708. und Gurlt: Katalog des zootomischen Museums der Thierarzneischule zu Berlin, im Magazin für die gesammte Thierheilkunde. 1838. S. 225.

[3]) S. Rudolphi: synopsis entozoorum. pag. 206.

[4]) Wagner (in Birkmeyer's Abhandlung de Filaria medinensi. pag. 17.) behauptet zwar, am Hinterleibsende die Geschlechtsöffnung gesehen zu haben, ich bin aber überzeugt, daß hier, wie ich es bei Filaria attenuata, inflexo-caudata mihi (aus Kysten der Lunge von Delphinus Phocaena) und papillosa gesehen habe, die weibliche Geschlechtsöffnung dicht neben der Mundöffnung gelegen ist. Vergl. auch Leblond:

sich gewöhnlich Geschwüre mit rosenartiger Entzündung in der Umgegend der vom Parasiten bewohnten Hautstelle ausbilden, wird von den leidenden Menschen benutzt, den Wurm aus der Haut hervorzuziehen. Es wird bei dieser Operation große Vorsicht angewendet, weil sich bei etwanigem Abreißen des Wurms die durch seine Anwesenheit erzeugten Zufälle sehr verschlimmern und leicht Brand des Geschwürs eintritt. Man behauptet gewöhnlich, es wirke unter diesen Umständen das abgerissene und zurückgebliebene Wurmstück gleich einem fremden Körper. Ich vermuthe, daß die Feuchtigkeit, welche in der Leibeshöhle dieses Wurmes enthalten ist, eine ätzende Eigenschaft besitzt, nach dem Abreißen des Wurmes in das Geschwür überfließt und hier einem Gifte ähnlich wirkt [1]). Es wäre übrigens wichtig, zu erfahren, ob alle auswandernden Individuen der Filaria medinensis Weibchen sind. Bisher scheinen wirklich nur Weibchen beobachtet worden zu sein [2]). Es entsteht nun die Frage, wo werden diese von den Männchen befruchtet, etwa vor ihrer Einwanderung? Vielleicht findet hier ein ähnliches Verhältniß wie mit den Blattläusen Statt, indem nur bei gewissen Generationen, etwa bei einer im Freien lebenden Generation, Männchen zum Vorschein kommen und die übrigen zum Einwandern bestimmten Generationen nur Weibchen enthalten, welche ohne Befruchtung Brut erzeugen können.

Filaria hominis bronchialis. Es hat sich dieser Fadenwurm seit Treutler [3]) nicht wieder gefunden, so daß man daraus schließen möchte, der von jenem Arzte beobachtete Wurm sei ein verirrter Schmarotzer gewesen. Bei verschiedenen Säugethieren sitzen nicht ganz selten äußerlich auf den Bronchialästen enkystirte, zu einem Knäuel verwickelte Filarien auf [4]), welche mit der Filaria bronchialis des Menschen gewiß verwandt sind.

Trichocephalus dispar. Der Peitschenwurm, welcher nach dem Tode im Blinddarme und Dickdarme des Menschen oft in ungeheurer Menge angetroffen wird, ohne daß man von seiner Anwesenheit vorher auch nur eine Ahnung hatte, dient ganz besonders zum Beweise dafür, daß nicht jede Anwesenheit von Parasiten Nachtheile hervorruft [5]). Es leben gewöhnlich männliche und weibliche Individuen in Gesellschaft beisammen; die Geschlechtstheile der letzteren strotzen stets von Eiern, welche sich weder innerhalb der Geschlechtsorgane, noch außerhalb derselben in der Umgebung der Weibchen entwickeln. Niemals findet man die Peitschenwürmer von Brut umgeben. Aehnliches läßt sich auch bei anderen Trichocephalen beobachten.

---

quelques matériaux pour servir à l'histoire des filaires et des strongles. Paris 1836. pag. 14. Pl. II. Fig. 1.

[1]) Daß die Nematoden in dieser Beziehung nicht ganz harmlos sind, dürfte aus einer von Miram gemachten Mittheilung zu schließen sein, nach welcher die anatomische Untersuchung der Ascaris megacephala an dem genannten Anatomen bereits zweimal krankhafte Zufälle hervorgebracht haben, wobei Niesen, Anschwellen der Thränenkarunkeln, starke Thränensecretion, heftiges Jucken und Aufschwellen der Finger constant waren. S. Froriep's neue Notizen. Bd. 6. 1838. S. 108.

[2]) Vergl. Dujardin: hist. natur. des Helminthes. pag. 45.

[3]) Treutler: observationes pathologico-anatomicae. Lipsiae 1793. pag. 10. Tab. II. Fig. 3—7.

[4]) Werner: vermium intestinalium brevis expositionis continuatio 1. pag. 9. Tab. 8. Fig. 20. 21. Rudolphi: entozoorum historia naturalis. Vol. II. P. 2. pag. 263. (Filaria Mustelarum), und Fröhlich im Naturforscher. St. 29. S. 18. (Filaria pulmon. Leporis). Ich selbst bezeichnete einen an den Bronchien des Delphinus Phocaena enkystirt gefundenen Fadenwurm als Filaria inflexo-caudata.

[5]) Die Harmlosigkeit des Peitschenwurmes, auf welche schon Bremser (über lebende Würmer in lebenden Menschen. S. 166.) aufmerksam gemacht hat, bestätigten auch Bellingham und Baum. S. Wiegmann's Archiv. 1838. Bd. II. S. 293.

Strongylus gigas. Dieser in den Nieren der Hunde, Wölfe, Füchse, Marder und anderer Säugethiere sehr selten vorkommende Riesenwurm ist auch in der menschlichen Niere bis jetzt nur äußerst selten angetroffen worden. Seine schöne rothe Farbe macht ihn im frischen Zustande leicht kenntlich; die Farbe wäscht sich aber in Wasser und anderen Flüssigkeiten leicht aus. In einigen Fällen, wo kleine Würmer mit dem Harne entleert wurden, mögen dieselben die Jungen dieses Schmarotzers gewesen sein; die Mehrzahl der beschriebenen Urinwürmer gehört aber in die Reihe der Pseudoparasiten.

Oxyuris vermicularis. Von diesem bei Kindern so ungemein häufigen Schmarotzer sind immer nur erwachsene, von Eiern strotzende Weibchen im Mastdarme aufzufinden. Die Eier entwickeln sich, wie schon früher bemerkt wurde, gewiß außerhalb des Menschen, da man niemals Brut in einer solchen Wurmkolonie entdecken kann. Mir ist es außerdem auch niemals gelungen, nur ein einziges männliches Individuum zwischen Tausenden von trächtigen Weibchen wahrzunehmen, so daß man auch hier wieder an das Verhältniß der Blattläuse erinnert wird. Nur zwei Umstände machen es unwahrscheinlich, daß die Oxyuris-Weibchen niemals mit Männchen in Berührung kommen sollten. Bremser hat nämlich in der That männliche Pfriemenschwänze gesehen [1]). Durch diese Entdeckung wird man den Vergleich mit den Aphiden, wie es auch Bremser gethan hat [2]), aufgeben müssen, und vielmehr annehmen dürfen, daß Oxyuris vermicularis in Polygamie lebt und die männlichen Individuen nach verrichtetem Begattungsgeschäfte untergehen. Vielleicht findet die Befruchtung der Weibchen vor ihrer Einwanderung außerhalb des Menschen Statt, und sind die Männchen gar nicht dazu bestimmt, ihren Weibchen nachzufolgen; nur einzelne Männchen mögen zuweilen in eine solche Weiberkolonie mit hineinschlüpfen. Auffallend ist es ferner, daß zwischen den Eiern im doppelten Uterus von Oxyuris vermicularis stets eigenthümliche, keilförmig gestaltete kleine Körperchen vorkommen; sie bewegen sich niemals und sind wahrscheinlich die Elementartheile des männlichen Samens, analog denjenigen starren Spermatozoiden, welche man im Grunde des Uterus der lebendig gebärenden Ascariden und Strongylinen antrifft [3]).

Ascaris lumbricoides. Die Spulwürmer, von denen die Männchen, wenn auch nicht ebenso häufig als die Weibchen, doch nicht selten vorkommen, werden im Darmkanale des Menschen fast immer erwachsen ange-

---

[1]) Welche außerordentliche Freude Bremser über die ersten ihm zu Gesicht gekommenen männlichen Individuen der Oxyuris vermicularis gehabt hatte, ersieht man aus dem tausend millionen Dank, welchen derselbe gegen Sömmerring ausgesprochen, der ihm auf seine Bitte einige Exemplare verschafft hatte. Vergl. Sömmerring's Leben und Verkehr mit seinen Zeitgenossen, von R. Wagner herausgegeben. S. 338 u. 340. Auch Rudolphi hatte sich lange vergebens nach diesen Oxyuris-Männchen umgesehen, und die Ansicht derselben ebenfalls Sömmerring zu verdanken. S. Synopsis entozoorum. pag. 276.

[2]) Bremser: über lebende Würmer in lebenden Menschen. S. 83.

[3]) Ueber die bewegungslosen zellenförmigen Spermatozoiden in den weiblichen Geschlechtstheilen der Nematoden vergleiche man Bagge: dissertatio de evolutione Strongyli auricularis et Ascaridis acuminatae. pag. 12. Fig. 28. Wenn Kölliker (in Müller's Archiv. 1843. S. 73.) in Oxyuris Bündel von haarförmigen Spermatozoiden gesehen haben will, so glaube ich, daß sich derselbe durch Mayer (neue Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie. 1842. S. 9.), welcher die Spermatozoiden von Oxyuris vermicularis unrichtig als Samenfäden beschreibt, hat irre führen lassen.

troffen. Da die Weibchen niemals lebendige Junge gebären und ihre Brut auch niemals im menschlichen Darme aufzufinden ist, so bleibt nichts übrig, als anzunehmen, daß die Eier der Spulwürmer sich außerhalb des menschlichen Darmkanals entwickeln und die Brut irgendwie in den menschlichen Darm einwandert. Eine Erscheinung, welche in neuerer Zeit vielfach zur Sprache gebracht worden ist, deutet darauf hin, daß auch die erwachsenen Spulwürmer zuweilen von einer Wanderlust befallen werden müssen. Die Entstehung von sogenannten Wurmabscessen läßt sich nämlich auf keine andere Weise natürlicher erklären. Solche wanderlustige Spulwürmer siedeln häufig in die Leibeshöhle über, indem sie, nicht etwa durch Benagen der Darmwandungen Löcher in dieselben bohren, sondern mit ihrem Kopfende die Fasern der Darmhäute allmälig auseinanderdrängen. Sind sie dann in die Leibeshöhle hinübergeschlüpft, so schließt sich sogleich die gemachte Oeffnung der Darmwandungen vermöge der Contractilität derselben hinter den Auswanderern, ohne einen Nachtheil zu hinterlassen. Aber weniger ruhig werden die fremden Gäste an ihrem neuen Aufenthaltsorte ertragen. Das Peritonäum reagirt gegen sie wie gegen fremde Körper, und sucht sie durch Ausschwitzung eines plastischen Stoffs zu enkystiren und zu isoliren, worauf bald früher bald später sich ein Absceß entwickelt, durch welchen, wenn er sich nach außen geöffnet hat, die Parasiten gänzlich aus dem Körper entfernt werden. In früheren Zeiten hat man viel schlimmere Zufälle und selbst den Tod von der durch Spulwürmer veranlaßten Durchbohrung der Darmwände ableiten wollen, wobei man ohne Unterschied jeden normwidrigen Zustand, Entzündung, Brand, penetrirende Darmgeschwüre u. s. w. diesen Parasiten zuschrieb, welche nur zufällig vorhanden waren und die im Darmkanal etwa entstandenen Oeffnungen, vielleicht erst nach dem Tode der Patienten zum Hindurchschlüpfen in die Bauchhöhle benutzt hatten [1]. Durch diese übertriebenen den Spulwürmern gemachten Anschuldigungen ist es nun wohl gekommen, daß Rudolphi und Bremser diesen Parasiten jede Fähigkeit, die Darmwandungen zu durchbohren, absprachen [2]. Allein abgesehen von denjenigen Fällen, in welchen aus einer nach einem eingeklemmten und brandig gewordenen Bruche entstandenen Kothfistel zufällig vorhandene Darmschmarotzer hervorgekommen sind, sieht man sich genöthigt, noch verschiedene andere, gewöhnlich unter dem Namen Wurmgeschwülste und Wurmabscesse beschriebene Leiden des Unterleibes zu unterscheiden. Nach Mondière, welcher diesem Gegenstande eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat [3], giebt es zweierlei Arten von Wurmabscessen. Bei der ersten Art durchbohrt der Spulwurm in der oben beschriebenen Weise das Parenchym der Darmwandungen, wobei alle jene gefährlichen Symptome fehlen, welche aus einer wahren Perforation der Gedärme entspringen. Dergleichen aus dem Darme in die Bauchhöhle hinübergewanderte Spulwürmer geben nun an den verschiedensten Stellen der Bauchdecken zur Bildung eines Abscesses Veranlassung, nach dessen Aufbruch Würmer und Eiter, niemals aber

---

[1] Eine Menge solcher Beispiele sind von Voigtel (Handbuch der pathologischen Anatomie. Bd. 2. S. 579.) zusammengestellt worden.

[2] S. Rudolphi: entozoorum historia naturalis. Vol. 1. pag. 426. und Bremser: über lebende Würmer im lebenden Menschen. S. 133.

[3] Mondière: recherches pour servir à l'histoire de la perforation des instestins par les vers Ascaride et des tumeurs vermineuses des parois abdominales (in L'Expérience, Journal de médécine et de chirurgie. Paris 1838. Tom. II. pag. 65. und im Auszuge in Schmidt's Jahrbücher der gesammten Medicin. 1840. nr. II. pag. 189.

Chylus oder Fäcalmassen aus demselben abgehen werden. Die zweite Art von Wurmabscessen wird erzeugt, indem sich an einer oder der andern Stelle des Darmkanales, welcher von einer großen Kolonie der Ascaris lumbricoides bewohnt wird, ein Wurmknäuel anhäuft, die Darmwandungen ausdehnt, zerrt und in Entzündung versetzt, welche sich alsdann auf die benachbarten Gewebe fortpflanzt und mit einem sich an der äußern Fläche der Bauchwandungen öffnenden Abscesse endigt, durch welchen mit den Würmern und mit Eiter zugleich auch Darminhalt und Fäcalmaterien entleert werden. In Bezug auf den nähern Unterschied, auf die Symptome, den Verlauf und die Behandlung dieser Abscesse muß auf Mondière's Abhandlung verwiesen werden, da hier nicht der Ort ist, weiter hierauf einzugehen.

Trichina spiralis. Der unter diesem Namen erst in neuerer Zeit bekannt gewordene kleine Schmarotzerwurm, welcher stets enkystirt zwischen den Fasern der willkürlichen Muskeln des Menschen vorkommt, besitzt niemals Geschlechtsorgane und ist jedenfalls ein junger Rundwurm, dessen Stammeltern wir vielleicht unter den übrigen im Menschen schmarotzenden Rundwürmern zu suchen haben [1]. Es scheinen diese enkystirten jungen Nematoden, welche auch in vielen anderen Thieren angetroffen werden [2], ihre Kysten selbst zu verfertigen und in diesem Zustande, gleich den eingewanderten und verpuppten Cercarien darauf zu warten, daß sie nach anderen Wohnthieren übergepflanzt werden. Bei den im Menschen vorkommenden Trichinen hat es ganz den Anschein, als wären es verirrte junge Nematoden, welche niemals ihr Ziel erreichen, in ihren Kysten absterben und durch Verkalkung in einen glasigen Zustand versetzt werden [3].

Trematodes.

Die Trematoden haben in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der Physiologen und Naturforscher ganz besonders auf sich gezogen, indem sich viele derselben sowohl durch eine ganz eigenthümliche Art der Vermehrung, als auch durch eine auffallende Metamorphose und Wanderung ihrer Larven auszeichnen. Durch das Erkennen dieser Verhältnisse in der Lebensgeschichte gewisser Trematoden ist es gelungen, einen tiefen Blick in die Art der Entstehung und Verbreitung der Helminthen zu werfen, wobei man sich zugleich überzeugen mußte, daß selbst da, wo man der Urzeugung noch einen Einfluß einräumen zu müssen glaubte, derselben auch dieser Spielraum zu nehmen sei.

Die unter dem Namen Cercaria bis jetzt bekannt gewesenen Trematoden sind es hauptsächlich, welche ein so helles Licht über die Entstehung und Verbreitung der Helminthen verbreiten [4]. Es dürfen diese Cercarien

---

[1]) S. Owen in den transactions of the zoological society. Vol. 1. pag. 315. Farre in Froriep's Notizen. 1836. Bd. 48. S. 5. Kobelt in Froriep's neuen Notizen. 1840. Bd. 13. S. 309. und Bd. 14. S. 235. Ferner Bischoff in den medicinischen Annalen. Bd. 6. S. 232. und 485. und meine Bemerkungen in Wiegmann's Archiv. 1841. Bd. 2. S. 294.

[2]) S. meine Beobachtung über geschlechtslose Nematoden in Wiegmann's Archiv. 1838. Bd. 1. S. 312.

[3]) Vergl. Kobelt, Bischoff a. a. O. und Henle in Müller's Archiv. 1835. S. 528.

[4]) Vergl. Bojanus in der Isis. 1818. S. 729. Heft 4. Nitzsch: Beiträge zur Infusorienkunde. S. 3. Baer: in den Nov. Act. Caes. L. C. Nat. Cur. Vol. 13. P. 2. pag. 605. Wagner in der Isis. 1832. Heft 4. und 1834. Heft 2.; ferner meine Untersuchungen in Burdach's Physiologie. Bd. 2. S. 185. Steenstrup: über den Generationswechsel. S. 50. und meine Bemerkungen in Wiegmann's Archiv. 1843. Bd. 2. S. 320.

nicht mehr zu einer eigenen Trematoden-Gattung zusammengestellt werden, indem sie weiter nichts als der Larvenzustand von verschiedenen Distomen, Monostomen u. s. w. sind. Sie verwandeln sich, nachdem sie ihren Schwanz abgeworfen haben, in die vorhin genannten Trematoden, sind anfangs noch ganz geschlechtslos, und erhalten erst Geschlechtswerkzeuge, wenn sie nach verschiedenen Wanderungen, bei welchen sie bald mehr bald weniger selbstthätig sind, den zu ihrer gänzlichen Entwicklung passenden Boden erreicht haben. Sämmtliche bis jetzt bekannt gewordene Cercarien werden in sogenannten Cercarien-Schläuchen erzeugt. Es sind dies organisirte, belebte Wesen, welche im Parenchyme der verschiedensten Mollusken, aus den Gattungen Unio, Anodonta, Planorbis, Lymnäus, Paludina, und nach meinen Beobachtungen auch aus den Gattungen Tellina und Helix schmarotzen. Aus diesen belebten Schläuchen oder schlauchartigen Larven, welche Steenstrup mit dem Namen Ammen bezeichnet, brechen die Cercarien, wenn sie gehörig entwickelt sind, hervor, um auszuwandern. Sie arbeiten sich alsdann mitten durch das Parenchym der Mollusken hindurch und gelangen so bei den Wassermollusken in das freie Wasser, in welchem sie sich durch äußerst lebhafte Bewegungen ihres Schwanzes geschickt umherschleudern und schwebend erhalten. In diesem Elemente ist aber nicht ihres Bleibens, es dient denselben bloß als Durchgang, um auf andere von den Mollusken ganz verschiedene Wohnthiere hinüberzugelangen. Viele dieser Cercarien wandern in Wasserinsecten ein, indem sie, nachdem sie dieselben erreicht, mit ihren Saugorganen auf der Körperoberfläche derselben so lange umherkriechen, bis sie eine aus weicher Masse bestehende Hautstelle gefunden, durch welche sie sich, mit dem Kopfende voran, unter Zurücklassung ihres Schwanzes, in die Leibeshöhle der Insecten hineinarbeiten. Hier angelangt, schwitzen sie aus ihrer Körperoberfläche einen Stoff aus, der zu einer runden Kyste erhärtet, in welcher sie abgesperrt liegen bleiben, ohne sich weiter zu entwickeln. Ich habe dieses Einwandern der cercarienartigen Trematoden-Larven mit eigenen Augen zu verfolgen Gelegenheit gehabt, zu welcher Beobachtung folgende Entdeckung die nächste Gelegenheit gewesen ist. Ich hatte nämlich mehrmals in vollständig entwickelten Individuen der Ephemera vulgata enkystirte geschlechtslose Distomen gefunden, in deren Kyste immer noch ein loser Hornstachel mit eingeschlossen lag. Da dieser Stachel mit der Waffe der Cercaria armata große Aehnlichkeit hatte, so schloß ich daraus, daß jene Distomen von cercarienartigen, mit der Cercaria armata verwandten Larven herrühren könnten, welche nach dem Enkystiren ihren Stachel abgeworfen hätten. Aus Cercaria armata selbst konnten die Distomen der Ephemera nicht hervorgegangen sein, da ihr abgefallener Stachel von dem der genannten Cercaria wesentlich verschieden gebildet war, und die Distomen zwei mehr oder weniger verwischte schwarze Pigmentflecke im Nacken trugen, woraus zu entnehmen war, daß sie außerdem noch im Cercarien-Zustande mit zwei schwarzen Pigmentflecken geschmückt waren, welche der Cercaria armata gänzlich fehlen. Nichtsdestoweniger vermuthe ich, daß die Cercaria armata vielleicht auch in Insecten einwandert, um in denselben ihre weitere Entwicklung abzuwarten. Ich verschaffte mir daher verschiedene Larven von Ephemeriden und Perliden, sammelte eine gehörige Menge von Lymnaeus stagnalis ein, in welcher die Schläuche der Cercaria armata sehr häufig vorkommen, und hatte bald das Glück, in dem Wasserbehälter, in welchem ich die Schnecken aufbewahrte, eine zahllose Menge der ausgewanderten Cercaria armata herumschwimmen zu sehen. Von diesen Cercarien that ich mehre in ein mit Wasser gefüll-

tes Uhrglas und setzte eine der oben genannten Insecten-Larven hinzu. Unter dem Mikroskope bemerkte ich nun, daß in kurzer Zeit die Insecten-Larven von den Cerearien bekrochen waren. Man konnte es den Bewegungen der letzteren ansehen, daß sie etwas suchten. Sie hielten oft still und setzten die Spitze ihrer Stirnwaffe öfters gegen den Leib des Insectes, gaben diesen Versuch aber bald wieder auf und krochen weiter. An einem Leibes-Einschnitt des Insectes angelangt, wichen sie aber nicht mehr von der Stelle. Ich sah jetzt deutlich, wie sie mit der Spitze ihres Stachels gegen die an einer solchen Stelle des Insectes zart gebildete Haut drückten und drängten, und ich sah ebenso deutlich, wie es ihnen endlich gelang, diese Hautstelle zu durchbohren. Kaum war die Spitze der Stirnwaffe eingedrungen, so schob ein solcher Wurm sein Kopfende nach, indem sich dasselbe sehr verlängerte und verdünnte. War das Kopfende durch die enge Wundöffnung hindurchgedrungen, so verschmächtigte der Wurm auch seinen Hinterleib und zog ihn auf diese Weise leicht in die Leibeshöhle des Insectes hinein. Niemals brachte eine Cercarie dabei ihren Schwanz mit durch die Oeffnung, derselbe riß jedesmal ab und blieb außen an der Wunde hängen. Höchst wahrscheinlich schließt sich diese, da sie nach hindurchgezogenem Leibe des einwandernden Wurmes weniger Widerstand fühlt, und kneipt so den ohnedies lose anhängenden Schwanz von dem Hinterleibe der Cerearie ab. Da ich absichtlich solche kleine Arten von Neuropteren-Larven ausgewählt hatte, welche ihrer Durchsichtigkeit wegen in ihr Inneres zu blicken erlaubten, so konnte ich mich überzeugen, daß die eingewanderten schwanzlosen Cercarien nicht viel in der Leibeshöhle ihres neuen Wohnthieres umherkrochen, sondern sich sehr bald zu einem rundlichen Körper zusammenzogen und enkystirten, wobei ihr Hornstachel sich ablös'te und in die Höhle der Kyste fiel. Waren nur etwa drei bis fünf dieser Schmarotzer in den Leib einer Neuropteren-Larve eingedrungen, so zeigte die letztere eben kein Uebelbefinden; waren aber 15 bis 20 solcher Cerearien gleichzeitig in ein Insect eingewandert, so überlebte dasselbe ein solches Uebermaaß von Schmarotzern gewöhnlich nicht lange. Aus diesen Beobachtungen geht nun hervor, daß die aus Mollusken auswandernden Cerearien gewiß zu dem Zwecke sich in's Freie begeben, um sich neue und andere Wohnthiere zu suchen. Ferner wird es durch diese Beobachtungen höchst glaublich, daß die vielen kleinen Trematoden, welche man theils frei, theils enkystirt in der Leibeshöhle von Insecten vorfindet, von eingewanderten Cerearien herrühren. Die Distomen, welche ich in verschiedenen Arten von Ephemera, Phryganea, Libellula und Agrion angetroffen habe, sind gewiß, während diese Insecten noch als Larven im Wasser lebten, im Cerearien-Zustande aus Wasserschnecken herübergewandert. Aber auch nach Landinsecten, deren Larven im Feuchten leben, dürften dergleichen Trematoden ihren Weg finden, da auch Landschnecken Cercarien-Schläuche beherbergen. Nach Steenstrup's Angabe sollen die Cercarien der Wasserschnecken auswandern, um sich nach anderen Wasserschnecken hinüberzubegeben. Dies wäre aber ganz zwecklos, da die cercarienartigen Larven niemals ihre völlige Entwicklung in den Molusken erreichen. Man findet zwar innerhalb der Wasserschnecken an den verschiedensten Stellen enkystirte oder verpuppte Cercarien; diese Trematoden-Larven haben sich aber wahrscheinlich übereilt und im Drange sich zu verpuppen, nicht abgewartet, bis sie den zu ihrer weitern Existenz passenden Boden erreicht hatten. Diesem Drange scheinen die Cerearien so wenig widerstehen zu können, daß man z. B. Cercaria ephemera sich, ohne ein Wohnthier erreicht zu haben, im freien Wasser en-

kystiren sieht. Man wird die in Wasserschnecken verpuppten Cercarien nie weiter entwickelt, nie mit ausgebildeten Geschlechtswerkzeugen versehen finden. Aber auch in den Insecten scheinen die eingewanderten Cercarien nicht immer das Ende ihrer Entwicklung zu erreichen. Am häufigsten trifft man noch bei denjenigen Distomen, welche frei in der Leibeshöhle von Insecten (Phryganea, Agrion, Libellula) umherkriechen, entwickelte Eier und Spermatozoiden enthaltende Zeugungsorgane an. Wahrscheinlich geht die Entwicklung der Geschlechtstheile bei den innerhalb Insecten verpuppten Trematoden erst dann vor sich, wenn die Wohnthiere von Vögeln oder anderen Thieren verzehrt worden sind. Ich will übrigens nicht behaupten, daß alle Cercarien der Wasserschnecken in Insecten überwandern müssen, es ist möglich, daß mehre Cercarien-Arten gar nicht dieser Vermittlung bedürfen, und direct in Wasservögel, Fische oder amphibische Wirbelthiere einwandern. Vergleicht man die von Rudolphi als Echinostomen beschriebenen, am Munde von einem Stachelkranze umgebenen Doppellöcher [1]) mit Cercaria echinata [2]), so wird man eine solche Uebereinstimmung zwischen diesen stachelköpfigen Thieren finden, daß man auf den Gedanken geräth, die Cercaria echinata unserer Planorbis- und Lymnäus-Arten möchte sich, nachdem sie in einen Sumpf- oder Wasservogel hinübergewandert, zu einem stachelköpfigen Distomum umwandeln können. Wenden wir uns zu den schlauchartigen Larven, in welchen die Cercarien erzeugt werden, so bietet sich uns hier eine andere interessante Seite in der Lebensgeschichte der Trematoden dar. Diese sogenannten Cercarien-Schläuche, welche je nach den verschiedenen Arten der Cercarien verschieden gebildet sind und zuweilen ein Maul mit einem Darmkanale und am Hinterleibsende zwei Fußstummeln besitzen, erzeugen in ihrer Leibeshöhle nicht immer Cercarien, sondern zuerst Generationen von Schläuchen. Diese entstehen wie die Cercarien aus kugelförmigen Keimkörpern, und sind dazu bestimmt, die geschwänzten Cercarien in sich zu erzeugen [3]). Es fragt sich nun, in welchem Zusammenhange stehen diese Schläuche zu den Trematoden, zu welchen sich die aus jenen hervorgegangenen Cercarien umwandeln. An den Cercarien-Schläuchen der Mollusken ist es bis jetzt nicht gelungen, über diese wichtige Frage Aufschluß zu erhalten; es fehlen uns hier directe Beobachtungen gänzlich. Dagegen ist eine von mir an Monostomum mutabile, einem in Wasservögeln schmarotzenden Trematod, gemachte Entdeckung vollkommen geeignet, einen Fingerzeig zu geben, wie man dem Ursprunge der in den Mollusken nistenden Cercarien-Schläuche auf die Spur kommen könne. Das Monostomum mutabile, welches die Luftzellen des Kopfes, der Brust und des Bauches von Rallus aquaticus, Gallinula chloropus, Fulica atra, Grus cinerea und Anser cinereus domest. bewohnt, bringt lebendige Junge zur Welt. Diese haben eine cylindrische Gestalt und schwimmen nach Art der Infusorien mit einem Flimmerepithelium geschickt im Wasser umher. Ein jeder dieser infusorienartigen Embryonen birgt einen Körper in seinem Innern, der nach dem Absterben der infusorienartigen Hülle frei wird, sich selbstständig wurmförmig bewegt, und ganz einer schlauchartigen Amme von Cercaria echinata gleicht [4]). Bedenkt man nun, wie leicht es der Brut von

[1]) S. Rudolphi: synopsis entozoorum. pag. 114. und Bremser: icones helminthum. Tab. 10. Fig. 5.

[2]) Vergl. Steenstrup: über den Generationswechsel. Taf. 2. Fig. 7 und 8.

[3]) S. meine Beobachtungen in Burdach's Physiologie a. a. O. S. 190. und Steenstrup's Untersuchungen a. a. O. S. 71.

[4]) S. meine Abhandlung in Wiegmann's Archiv. 1835. Bd. 1. S. 45. Taf. 1.

Monostomum mutabile gelingen kann, aus den Luftwegen der genannten Sumpf- und Wasservögel in das freie Wasser auszuwandern, und von da in Wasserschnecken hinüberzuschlüpfen, wo ihre infusorienartige Hülle abstirbt, sich auflöst und der eingeschlossene Schlauch abgesetzt wird, so hat man einen Schlüssel, der uns das Räthsel über die Abstammung der Cercarien-Schläuche löst, ohne daß wir nöthig haben, die Urzeugung um ihren Beistand anzusprechen. Die Schläuche jener Monostomum-Embryonen werden gewiß bei ihrer fernern Entwicklung sich zu Großammen von Cercarien ausbilden, und letztere werden dann leicht nach ihrer Auswanderung den Weg zu Sumpf- und Wasservögeln zurückfinden, um in diesen als Monostomum mutabile die merkwürdige mit Generationswechsel verbundene Metamorphosen-Reihe zu vollenden. Diese Beobachtungen dürften sich mit der Zeit noch um Vieles erweitern und vermehren lassen. Die vielen geschlechtslosen Distomen, Holostomen und Diplostomen, welche man in den verschiedensten Wirbelthieren theils frei, theils enkystirt antrifft, mögen dergleichen auf der Wanderung begriffene und verpuppte Trematoden sein, welche von cercarienartigen Larven abstammen [1]).

Distomum hepaticum. Der Leberegel kommt höchst selten im Menschen vor [2]), um so häufiger aber in den Wiederkäuern, deren Gallengänge von ihm häufig ganz verstopft und auf Kosten der Lebersubstanz so erweitert werden, daß die Function der Leber in hohem Grade dadurch gestört wird, und ein Allgemeinleiden des Ernährungsprocesses eintritt, durch welches viele jener Thiere zu Grunde gehen. Die Entstehung der die Egelseuche erzeugenden Trematoden wurde von den Thierärzten, welche sich die Ansichten der übrigen Aerzte über die Wurmkrankheiten angeeignet hatten, ebenfalls der Urzeugung zugeschrieben, indem sich bei Trägheit der Assimilationsorgane aus den stagnirenden Säften diese organisirten Wesen hervorbilden sollten. Gewöhnlich wird die Ursache einer solchen Erschlaffung in den Ernährungsorganen von dem Aufenthalte einer Viehheerde in feuchter, sumpfiger Gegend, von einem ungewöhnlich nassen Sommer, selbst von einem kurzen Verweilen einer Heerde auf morastigen Weideplätzen, in Sümpfen und an Gräben abgeleitet. Bedenkt man aber, daß viele Trematoden während ihrer ganzen Lebensdauer in Form und Aufenthalt einem steten Wechsel unterworfen sind, so wird es sich auch bei den Leberegeln mit der Zeit herausstellen, daß auch sie durch Aus- und Einwanderungen in Wiederkäuer hinübergelangen, und dabei durch Wasser und Näffe unterstützt werden.

Distomum lanceolatum ist eine von Distomum hepaticum bestimmt verschiedene Species, welche ebenfalls die Gallengänge der verschiedensten pflanzenfressenden Säugethiere bewohnt und auch schon im Menschen angetroffen worden ist [3]); durch seine geringe Größe wirkt dasselbe, wenn

---

[1]) Die von Nordmann (a. a. O.) im Auge der Fische entdeckten kleinen geschlechtslosen Trematoden rühren gewiß von eingewanderten und am Ende verirrten Cercarien her. Einige dieser Trematoden hat Nordmann zu der besondern Gattung Diplostomum erhoben, während sie wahrscheinlich nichts Anderes als Jugendzustände von verschiedenen Holostomen sind. Nordmann will zwar an diesen geschlechtslosen Augenschmarotzern das Eierlegen wahrgenommen haben (s. a. a. O. Heft 1. S. 54. Taf. 1. Fig. 7.), allein es ist dieser Act nichts Anderes als die Ausleerung des körnigen Inhalts aus dem am Hinterleibsende der Trematoden ausmündenden Excretionsorgane gewesen.

[2]) Mehlis: de Distomate hepatico et lanceolato. pag. 2.

[3]) Ebendas. pag. 3.

es sich stark vermehrt, weniger nachtheilig auf die Leber seiner Wohnthiere ein, als das große breite Distomum hepaticum.

Cestodes.

Die Cestoden zeichnen sich vor allen übrigen Helminthen dadurch aus, daß sie eine lange Zeit ununterbrochen fortwachsen und auf diese Weise wahrscheinlich ein hohes Alter erreichen. Es lösen sich nämlich an erwachsenen Bandwürmern die hintersten vollkommen ausgebildeten Glieder entweder einzeln oder in bald längeren, bald kürzeren Reihen ab, während sich vom Halse der Thiere aus neue Glieder hervorbilden. Je weiter diese Glieder durch neuen Nachwuchs nach hinten geschoben werden, um so mehr entwickeln sich in ihnen die Geschlechtswerkzeuge, bis sie zuletzt als hinterste Glieder des Leibes ihre vollständige Geschlechtsreife erreicht haben. Sie trennen sich jetzt los und sind im Stande, noch längere Zeit selbstständig fortzuleben, wobei einzelne Glieder gleich Trematoden lebhaft umherkriechen[1]). In den Eiern dieser geschlechtsreifen Glieder sind die Embryone schon häufig entwickelt; sie verlassen aber ihre Eihüllen niemals, so lange die Eier sich noch im Uterus befinden. Es sind diese Embryone sowohl bei Bothriocephalen wie Tänien ovale oder runde contractile Körperchen ohne Flimmerepithelium, welche sich sehr in die Länge strecken können und an ihrem Vorderende mit sechs aus- und einschiebbaren Hornhäkchen versehen sind[2]). Da man selten Brut in der Umgebung von Cestoden antrifft, so läßt sich auch bei diesen Schmarotzern die Vermuthung hinstellen, daß diese Embryone, so wie sie ihre Eihüllen abgestreift haben, sich auf die Wanderung begeben, wobei ihnen die Hornhäkchen sehr zu statten kommen werden. Viele dieser Bandwurm-Embryone werden der Mühe des Auswanderns überhoben sein, indem bei einer großen Anzahl von Cestoden die abgelös'ten reifen Glieder, gewöhnlich noch von Eiern strotzend, mit den Fäces der Wohnthiere abgehen. Das Suchen und Einwandern nach anderen Wohnthieren scheint den Embryonen selbst überlassen zu sein, wobei ein Verirren nicht selten vorkommen dürfte, wenigstens deuten die enkystirten unvollkommen entwickelten Cestoden darauf hin, welche man besonders bei Fischen in der Lebersubstanz und im Peritonäum antrifft. Auf die Erscheinung, daß die Bandwurm-Brut nicht an dem Orte, an welchem ihre Eltern lebten, zur Entwicklung kommt, gründet sich gewiß die Möglichkeit einer radicalen Bandwurmcur, durch welche die Aerzte Bandwurm-Patienten von ihrem Schmarotzer gänzlich befreien können. Bei der ungeheuren Fruchtbarkeit eines Bandwurmes wäre es, ohne Auswanderung der Brut, nicht möglich, diese Schmarotzer aus einem Menschen gänzlich zu vertreiben, wenn man bedenkt, wie leicht trotz der kräftigsten Abführungsmittel ein paar Eier des zu vertilgenden Bandwurmes zwischen den Zotten und Falten des Darmkanales haften bleiben und nach einiger Zeit zu neuen Bandwürmern heranwachsen könnten.

---

[1]) Es sind diese lebhaften Bewegungen der einzelnen abgelös'ten Glieder besonders bei Taenia cucumerina des Hundes sehr auffallend. Der Termin der Lostrennung geschlechtsreifer Glieder scheint übrigens bei den Bandwürmern nach Eschricht's Beobachtungen (Nov. Act. Nat. Curios. a. a. O. pag. 89.) von den Jahreszeiten abhängig zu sein.

[2]) Vergl. meine Beschreibung in Burdach's Physiologie a. a. O. S. 203.; Dujardin in den Annales des sciences naturelles. T. 10. 1838. pag. 29. Pl. 1. und Histoire naturelle des Helminthes. Pl. 9—12., ferner Kölliker in Müller's Archiv. 1843. S. 91. Taf. 7.

Bothriocephalus latus. Der Grubenkopf des Menschen, dessen Vorkommen in Europa bekanntlich so scharf abgegrenzt ist, läßt sich, auch wenn man den Kopf desselben nicht vor sich hat, sehr leicht an den Gliedern von Taenia solium unterscheiden. Die Geschlechtsöffnungen befinden sich hier nicht am Rande, sondern mitten auf der Bauchfläche hintereinander [1]). Aus der Haut der reifen Glieder schimmern immer die mit braunen und ovalen Eiern gefüllten, röhrenförmigen Eierleiter hindurch, indem ihre Windungen in der Mitte eines jeden Gliedes eine braungefärbte Rosette bilden [2]). Sehr charakteristisch für das Dasein eines Botriocephalus latus im Darmkanale eines Menschen ist der Abgang von längeren und kürzeren Gliederreihen; niemals gehen hier, wie bei Taenia solium die reifen Glieder einzeln ab; etwas Aehnliches läßt sich auch bei allen übrigen Bothriocephalen wahrnehmen.

Schistocephalus dimorphus. Die Naturgeschichte dieses Bandwurms, welche uns Creplin kennen gelehrt hat [3]), verbreitet über die Entstehung der Helminthen großes Licht. Dieser Parasit wohnt in seinem frühern Lebensalter als geschlechtsloses Thier in der Leibeshöhle verschiedener Stichlinge abgeschlossen, und ist in diesem Entwicklungszustande als Bothriocephalus solidus bekannt geworden. Nachdem die Wohnthiere dieses Bandwurms von Wasservögeln, von Möven und von zu Podiceps, Colymbus und Mergus gehörigen Tauchern gefressen und verdaut worden sind, werden die Bothriocephalen aus ihrer Abgeschlossenheit befreit und in Schmarotzer dieser Vögel verwandelt. Sie wachsen im Darmkanale derselben aus, ihre ganz kurzen Glieder, welche bis dahin nur sehr wenig entwickelt waren, und keine Spur von Geschlechtsorganen erkennen ließen, verlängern sich und erlangen nach und nach die vollständige Geschlechtsreife, in welchem Zustande diese Thiere dann als Bothriocephalus nodosus beschrieben worden sind. Es finden sich diese Parasiten zuweilen in solcher Menge und auf so verschiedener Stufe der Entwicklung innerhalb des Darmkanals eines der genannten Wasservögel vor, daß man im Stande ist, in einer Reihe von mehren Individuen den allmäligen Uebergang von Bothriocephalus solidus bis zum Bothriocephalus nodosus auf das Klarste nachzuweisen. Obgleich ich nun die Embryone des Schistocephalus noch nicht beobachtet habe, so bin ich dennoch überzeugt, daß dieselben wie bei Bothriocephalus proboscideus, macrocephalus, infundibiliformis u. a. gebildet und mit sechs Hornhäkchen versehen sein werden; mit Hülfe dieser Waffen wird es ihnen gewiß ein Leichtes sein, nachdem sie in's Wasser und von da zu Gasterosteusarten hinübergelangt sind, sich in die Leibeshöhle dieser Fische einen Weg zu bahnen, um hier zu einem Bothriocephalus solidus heranwachsen zu können.

Taenia solium, deren Kopf man selten zu Gesicht bekommt, bietet an den Gliedern charakteristische Kennzeichen dar, wodurch er vom Bothriocephalus latus leicht unterschieden werden kann. Ich meine nicht etwa den äußeren Umriß der hinteren Glieder, welche bei T. solium länger als breit, bei B. latus breiter als lang sein sollen. Dieses Merkmal kann sehr täuschen, da bei beiden Bandwürmern die Gestalt der Glieder außerordentlich variirt, je nachdem eine Gegend ihres Leibes sich bald mehr in einem contrahirten, bald mehr in einem expandirten Zustande befindet. Am zuverlässigsten kann man die Taenia solium von dem Bothriocephalus latus nach dem Verhalten der Geschlechtsorgane un-

---

[1]) Mehlis in der Isis. 1831. S. 71. Taf. II. Fig. 1. und Eschricht in den Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Nat. Curios. a. a. O. Tab. I. Fig. 5.

[2]) Vgl. Eschricht ebendas. Tab. I. Fig. 1. u. 2. Tab. II.

[3]) Creplin: novae observationes de entozois. pag. 90.

terscheiden, indem bei dem erstern Bandwurme die gemeinschaftliche Geschlechtsöffnung unregelmäßig wechselnd stets an einem oder andern Seitenrande der Glieder angebracht ist, und der Uterus eine durch das ganze Parenchyn eines jeden reifen Gliedes sich mit dendritischen Verzweigungen ausbreitende Höhle darstellt, in welcher immer weißliche und runde Eier eingeschlossen sind [1]).

Die von den älteren Helminthologen unter dem Namen Taenia cucurbitina beschriebenen selbstständig beweglichen Körper sind nichts Anderes, als die geschlechtsreifen, sich immer einzeln lostrennenden hintersten Glieder der Taenia solium, durch deren Abgang dieser Bandwurm seine Anwesenheit so leicht verräth. Die weißen runden Eier der Taenia solium besitzen in den reifen Gliedern zwei Hüllen, von denen die äußere sehr zart ist und in einiger Entfernung von der innern Hülle absteht. Diese letztere erscheint bei auffallendem Lichte weißlich, bei durchfallendem Lichte gelblich gefärbt und zeichnet sich durch eine sehr dicke und feste Wandung aus. Zwischen Glasplatten gepreßt berstet dieselbe mit einigem Geräusche unregelmäßig auf, und läßt sehr häufig einen mit sechs Häkchen bewaffneten runden Embryo gewahr werden, welcher wegen der Dicke der innern Eihülle vorher nicht erkannt werden kann. Höchst wahrscheinlich schützt diese dicke Eischaale den Embryo, nachdem die Eier den Darmkanal des Menschen verlassen haben, möglichst lange vor dem Untergange, was demselben bei seinen Wanderungen gewiß zu statten kommen wird.

Tetrarhynchus. Die zu dieser Gattung gehörigen Thiere ziehen jetzt wegen ihrer Metamorphose und ihrer Wanderlust unsere Aufmerksamkeit ganz besonders auf sich. Nach Miescher's Untersuchungen sind die in Trigla, Trachinus, Gadus und anderen Seefischen anzutreffenden kleinen Tetrarhynchen anfangs in einem enkystirten trematodenartigen Wurme eingeschlossen, dessen Kyste aus der Hautbedeckung der Filaria piscium hervorgegangen sein soll [2]). Wenn nun auch diese letztere Angabe noch eines bestimmtern Nachweises bedarf, so ist an dem Vorhandensein des trematodenartigen Wurmes, welcher einen Tetrarhynchus als einen Kern umschließt, wohl nicht zu zweifeln. Wie geschickt diese Tetrarhynchen, nachdem sie sich von ihrer Trematoden-Hülle befreit haben, das Parenchym der Fische nach allen Richtungen hin durchwandern können, erfahren wir aus den Beobachtungen Miescher's. Ich selbst hatte Gelegenheit, andere Tetrarhynchen das Parenchym von Cephalopoden mittelst ihrer vier Hakenrüssel mit der größten Leichtigkeit durchsetzen zu sehen. Leider fehlt noch immer eine vollständige Anatomie der geschlechtsreifen Tetrarhynchen, sowie die vollständige Entwicklungsgeschichte derselben, indem wir weder die Eier noch die Embryonen dieser Parasiten kennen. Ein genaueres Studium der Naturgeschichte der Tetrarhynchen, welche bis jetzt meistens im Parenchym und Zellgewebe ihrer Wohnthiere angetroffen wurden, würde gewiß noch mehr höchst interessante Thatsachen über das Aus- und Einwandern der Helminthen liefern.

Cystici.

Es ist schon mehrmals der Vorschlag gemacht worden, die Blasenwürmer mit den Bandwürmern zu einer Ordnung der Helminthen zu vereinigen,

---

[1]) S. Bremser: über lebende Würmer im lebenden Menschen. Taf. III. Fig. 10., 13 und 9. Die dendritischen Zeichnungen des Uterus sind übrigens in der letztern Figur viel zu gelb ausgemalt.

[2]) Vergl. Miescher in dem Berichte über die Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Basel vom August 1838 bis Juli 1840. pag. 25. und meine Anzeige darüber in Wiegmann's Archiv 1841. Bd. II. S. 301.

indem die ersteren, außer ihrem blasenförmig erweiterten Hinterleibsende, im übrigen Körper, besonders in der Bildung des Kopfes ganz mit den Bandwürmern übereinstimmen. Es muß ferner auffallen, daß man in den Blasenwürmern niemals Geschlechtswerkzeuge antrifft. Diejenigen Theile, welche bei diesen Thieren immer und immer wieder als Eier ausgegeben werden, sind nichts Anderes als die im Parenchyme des Halses und Leibes eingebettet liegenden Kalkscheiben und Kalkkörperchen, welche ein aus concentrischen Schichten zusammengesetztes Gefüge besitzen und bei den mit Geschlechtsorganen versehenen Cestoden in derselben Weise vorkommen [1]). Halten wir nun alle diese Verhältnisse zusammen, so muß man unwillkürlich auf den Gedanken kommen, die Blasenwürmer seien geschlechtlos gebliebene und ausgeartete Cestoden. Durch genaue Vergleichung des Cysticercus fasciolaris mit Taenien habe ich bereits oben die Identität dieses Schmarotzers von Nagethieren mit der Taenia crassicollis, eines Schmarotzers des auf diese Nagethiere angewiesenen Raubthieres, festzustellen versucht. Gewiß wird es mit der Zeit auch noch gelingen, eine Beziehung der übrigen Cysticercen, des Coenurus und Echinococcus zu gewissen Taenien, und der verschiedenen Anthocephalen zu gewissen Tetrarhynchen und bewaffneten Bothriocephalen herauszufinden. Wahrscheinlich verirren sich viele junge Cestoden bei ihren Wanderungen, und gerathen auf einen unrechten Boden, auf welchem dieselben zwar fortwachsen und sogar an einzelnen Stellen ihres Körpers durch blasenförmige Auftreibungen wuchernd ausarten, ohne daß aber dabei die Geschlechtswerkzeuge zur Entwicklung gelangen. Aehnliches nehmen wir ja auch an gewissen Pflanzen wahr, welche auf ungeeignetem Boden verpflanzt, üppig empor schießen, ohne Blüthen und Früchte hervorzubringen. In den meisten Fällen sehen wir aber auch, daß die Organe, in welche sich diese Helminthen wahrscheinlich verirrt haben, und welche nicht zu ihrer Ernährung und gehörigen Entwicklung bestimmt sind, gegen diese Eindringlinge reagiren, um sich ihrer zu entledigen, indem sie plastischen Stoff ausschwitzen und damit dieselben umschließen und enkystiren. In dieser Weise abgeschlossen, wachsen die Blasenwürmer wohl noch fort, werden aber mit Ausnahme der Echinococcen niemals sich vermehren, sondern stets, ohne Nachkommen zu hinterlassen, untergehen, es müßte denn, wie bei Cysticercus fasciolaris durch irgend einen Zufall der abgeschlossene Wurm aus seinem Kerker noch zeitig genug befreit und auf einen zur Geschlechtsentwicklung geeigneten Boden übergepflanzt werden können. Der Untergang der Blasenwürmer wird entweder mit dem Tode ihrer Wohnthiere eintreten oder schon früher daduch herbeigeführt, daß auf der innern Fläche der Kysten des Wohnthieres Eiter abgesondert wird, welcher durch seine Anhäufung nach und nach die Schmarotzer erdrückt und mit Hülfe eines häufig hinzutretenden Verkalkungs-Processes tödtet. Man kann dergleichen verödete Kysten, welche oft mit dickem und schmierigem Eiter, mit Cholestearin-Tafeln und Kalkconcrementen dicht angefüllt sind, als frühere Wohnungen von Blasenwürmern erkennen, indem man bei der mikroskopischen Untersuchung des Inhalts

---

[1]) Vergl. Tschudi: Die Blasenwürmer 1837. S. 24. Taf. II. Fig. 21. und Gulliver: Observations on the structure of the Entozoa belonging to the genus Cysticercus, in den medico-chirurgical transactions, second series. Vol. VI. London 1841. pag. 1. und on the oval corpuscles of the Cysticercus, in den Proceedings of the zoological society. 1840. pag. 31. Goeze (Vers. einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer. S. 399. Taf. 32. A. Fig. 6, 7, 12.) und Batsch (Naturgeschichte der Bandwurmgattung. S. 176. und 195. Fig. 27. und 28.) haben die concentrischen Ringe des Gefüges dieser Kalkkörper bei Bandwürmern sogar für die Windungen wurmförmiger Embryone angesehen und abgebildet.

derselben die unvergänglichen Hornhäkchen des Hakenkranzes und die charakteristischen aus concentrischen Schichten zusammengesetzten Kalkkörperchen des Parenchyms der längst abgestorbenen und gänzlich zerstörten Blasenwürmer leicht herausfindet. Bedenkt man, daß die jungen Blasenwürmer mit denselben spitzen Hornwaffen ausgerüstet sein werden, wie im erwachsenen Zustande, so wird man sich auch recht gut die Möglichkeit vorstellen können, wie diese jungen Helminthen, deren Stammeltern wir nur noch nicht kennen, gleich den jungen Tetrarhynchen mittelst ihrer Hornwaffen an Thieren und Menschen aus- und einzuwandern im Stande sind. Läßt sich nun hierdurch das Vorkommen von Helminthen an den verborgensten und abgeschlossensten Stellen eines Menschen oder Thieres mit Beziehung auf analoge Thatsachen ganz natürlich und ungezwungen erklären, was bedarf es in solchen Fällen noch der Annahme eines eigenthümlichen Entzündungsprocesses, dessen Product sich durch generatio aequivoca zu einem selbstständigen organisirten Wesen, zu einem Thiere erhoben habe. Dennoch wird von Aerzten bei Mittheilungen von Krankheitsfällen, wobei Blasenwürmer im Spiele waren, in der Anamnese häufig hervorgehoben, daß Patient in der Gegend seines Körpers, in welcher sich Blasenwürmer ausgebildet hatten, vor längerer Zeit einen Stoß, Schlag oder eine andere mechanische Verletzung erlitten hätte, und darauf hingedeutet, wie hierdurch wohl ein Entzündungsproceß, dessen Ausgang die Entwicklung eines Blasenwurmes gewesen, hervorgerufen worden wäre. Auch die Thierärzte leiten die Entstehung der bei den Hausthieren so häufig vorkommenden Blasenwürmer gewöhnlich von einer durch zu nahrhaftes und hitziges Futter ungewöhnlich gesteigerten Plasticität des Blutes ab [1]. Wollte man nur sorgfältiger nachforschen, was freilich bei diesen meist höchst mühsamen Untersuchungen eine große Ausdauer erfordert, so würde man sich bald überzeugen, daß diese Blasenwürmer nicht als das Product eines eigenthümlichen Krankheitsprocesses, sondern nach ihrer Einwanderung als die Ursache des in ihrer Gegend eingetretenen Ausschwitzungsprocesses zu betrachten sind.

Cysticercus cellulosae kommt in den verschiedensten Geweben des Menschen fast immer enkystirt vor. Nur in den Gehirnventrikeln und in den Augenkammern hat man ihn auch frei ohne Kyste angetroffen. Zwischen den Muskeln eingebettet wird die Schwanzblase dieses Parasiten, sowie die ihn umgebende Kyste durch die Längsfaserbündel der Muskeln genöthigt, eine längliche Gestalt anzunehmen, in anderen Organen dagegen, unter der Pleura, unter dem Pericardium und dem Peritonäum zeigen diese Blasenwürmer mit ihren Kysten gewöhnlich eine kugelige Form; im Gehirne, wo dieser weiche Boden bei dem Fortwachsen der Cysticercen leicht nachgiebt, erreichen diese Thiere oft eine ungewöhnliche Größe, auch nimmt ihre Schwanzblase in diesem Organe häufig eine ganz unregelmäßige, zuweilen durch mehre Einschnürungen verunstaltete Form an. Durch diese verschiedenen Gestalten des Cysticercus cellulosae dürfte man sich leicht zur Aufstellung einer neuen Species verführen lassen [2].

---

[1] Den Beobachtungen Hausmann's über die Entstehung einiger solcher Eingeweidewürmer der Haussäugethiere, die sich nicht durch Fortpflanzung vermehren, als: Cysticercus cellulosae, Coenurus cerebralis, Echinococcus veterinorum (über die Zeugung und Entstehung des wahren weiblichen Eies bei den Säugethieren und Menschen S. 127.) merkt man es sogleich an, daß der Beobachter mit vorgefaßter Meinung die Entstehung dieser Blasenwürmer von einem Entzündungs-Processe ableitet.

[2] Der von Dr. Sömmerring (in der Isis. 1830. S. 717.) zuerst beschriebene Cysticercus, welchen Schott (die Controverse über die Nerven des Nabelstranges und

Coenurus cerebralis ist niemals enkystirt, sondern steckt unmittelbar in der Gehirnsubstanz oder in den Gehirnventrikeln von Wiederkäuern. Er erreicht oft eine außerordentliche Größe und verdrängt bei seinem Heranwachsen alles Gewebe des Wohnthieres um sich her. Auf der innern Fläche der Körperblase sprossen durch Knospenbildung eine Menge von Hälsen und Köpfen in Gruppen zusammenstehend hervor, welche sich, wenn sie ausgewachsen sind, nach außen umstülpen können, aber niemals von ihrer Mutterblase sich ablösen, so daß demnach dieser Blasenwurm nach seinem Tode keine Brut hinterläßt.

Echinococcus hominis. Dieser Blasenwurm, welcher in den verschiedensten Organen des Menschen fast immer enkystirt vorkommt, ist seiner wahren Natur nach vielfach verkannt worden. Eine Hauptverwirrung haben Diejenigen in der Geschichte dieses Parasiten hervorgerufen, welche hydatidenartige krankhafte Aushöhlungen eines Gewebes, mithin bloße einfache seröse Kystenbildungen für Blasenwürmer gehalten haben, obgleich solche Kysten weiter nichts enthielten, als eben nur eine seröse Flüssigkeit. Man achtete also nicht darauf, daß ein Blasenwurm mit dem Gewebe, in welchem er seinen Wohnsitz aufgeschlagen hat, niemals in einem organischen Zusammenhange stehen könne. Da, wo irgend ein Organ von einem enkystirten Echinococcus hominis bewohnt wird, findet zwischen der Echinococcus-Blase und der Kyste immer nur eine Contiguität, niemals eine Continuität Statt. Man kann den von seiner Kyste dicht umschlossenen Echinoccus leicht übersehen, wenn man bei dem Oeffnen der Kyste die Echinoccus-Blase zugleich mit öffnet. Immer wird man aber in einem solchen Falle den der innern Fläche der Kyste dicht anliegenden Blasenwurm mit einer Pinzette wie eine Haut ohne Widerstand fortziehen und sich von der Anwesenheit dieses Schmarotzers überzeugen können. Ein anderes Mißverständniß hat Laennec dadurch herbeigeführt, daß er die, keine Brut enthaltenden Echinococcus-Blasen unter dem Namen Acephalocystis als ganz besondere, von Echinococcus verschiedene Wesen betrachtete, während ein mit Brut gefüllter Echinoccus hominis von einem keine Brut erzeugenden Echinoccus nicht weiter verschieden ist. Beide, der trächtige und der nicht trächtige Echinococcus bestehen aus einer mit Wasser gefüllten, losen Blase, an welcher weder an der äußern noch innern Fläche ein Hals und Kopf hervorragt. Die Wandungen dieser Echinococcus-Blase bestehen aus einer matt durchsichtigen, in zahllosen concentrischen Lagen dicht aneinander gefügten homogenen Substanz [1]), in welcher keine Spur von Faserung wahrzunehmen ist, und wodurch sich eine solche Echinococcus-Blase von allen übrigen Blasenwürmer unterscheidet, da der blasenförmige Leib der letzteren in seinen Wandungen von mannichfaltig sich kreuzenden Fasern durchzogen wird. Die innere Fläche einer Echinococcus-Blase ist von einem zarten Epithelium ausgekleidet, unter welchem sich eine dünne Schicht einer feinkörnigen Masse mit eingestreuten rundlichen Kalkkörperchen ausbreitet. Nach dem Absterben eines Echinococcus trennt sich dieses Epithelium mit der körnigen Schicht los und löſ't sich in der von der Echinococcus-Blase eingeschlossenen klaren Flüssigkeit auf, wodurch diese getrübt wird und in der Ruhe einen weißlichen flockigen Bodensatz fallen läßt. Es kann eine Echinococcus-Blase sehr lange fortwachsen, wobei sie auf Kosten der benachbarten Gewebe

---

seiner Gefäße, im Anhange) als eine besondere Species ausgeben möchte, ist gewiß nichts Anderes als der gewöhnliche Cysticercus cellulosae, was auch Leuckart (vergl. Tschudi: die Blasenwürmer. S. 57.) schon vermuthet hat.

[1]) Die Wände einer solchen Blase haben aus diesem Grunde auf der Durchschnittsfläche ein vielblätteriges Ansehen. Vgl. Vogel's Icones histol. patholog. Tab. XII. Fig. 11. A.

oft eine außerordentliche Größe erreicht und die sie umgebende Kyste zu einer ungeheuren Höhle ausdehnt. Im Inneren einer solchen heranwachsenden Echinococcus-Blase erzeugen sich gewöhnlich mehre neue Echinococcus-Blasen, welche zuletzt die ganze Höhle der Mutterblase ausfüllen; in jeder dieser Blasen entstehen ebenfalls neue Blasen, in diesen wieder u. s. f., so daß zuletzt viele Generationen des Echinococcus hominis in einander geschachtelt stecken, von welchen die ältesten Generationen aus den größten Blasen, die jüngsten dagegen aus den kleinsten Blasen bestehen und diese letzteren oft die Größe von Nadelköpfen besitzen. Oeffnet man die Kyste einer solchen Echinococcus-Kolonie, so stürzen dann Massen von Echinococcus-Blasen in allen Größen daraus hervor. In dieser unbegrenzten Vergrößerung und Vermehrung des Echinococcus hominis liegt nun die Lebensgefahr, welcher ein von diesem Echinococcus bewohnter Mensch ausgesetzt ist, indem die Gewebe aller Organe, welche von der sich immer mehr ausdehnenden Kyste einer zu so furchtbarer Größe heranwachsenden Echinococcus-Kolonie berührt werden, durch die Einwirkung des Druckes vollständig schwinden [1]). Es kann eine solche Echinococcus-Kolonie in ihrem Wachsthume unterbrochen werden, wenn ihre Kyste berstet. Im ungünstigsten Falle öffnet sich die Kyste in die Brusthöhle, Bauchhöhle oder gar in ein großes Blutgefäß, im günstigeren Falle mündet die geborstene Kyste in einen Bronchus, in den Magen, Darmkanal oder in das Nierenbecken und die Harnblase ein. Auf diese Weise können dann die Echinococcen durch Husten und Erbrechen, oder mit den Fäces und dem Urine entleert werden. Noch günstiger wird der Untergang einer Echinococcus-Kolonie für den von ihr leidenden Menschen ablaufen, wenn ihre Kyste sich an der Oberfläche des Leibes nach außen öffnet, wobei der Arzt mit der Lanzette zu Hülfe kommen kann. Unter den auf diesen verschiedenen Wegen abgehenden Echinococcen finden sich häufig geborstene oder zerrissene Blasen, welche sich durch ihre umgerollten Ränder zu erkennen geben; die Echinococcus-Blasen besitzen nämlich die Eigenschaft, so wie sie verletzt werden, ihre Wundränder immer nach außen umzurollen.

In einer Echinococcus-Kolonie stecken die Blasen meist so dicht aneinandergedrängt, daß sie ihre runde Form verlieren und an verschiedenen Seiten abgeplattet, gleichsam facettirt erscheinen. Viele Blasen werden von ihren Nachbarn oft ganz zusammengepreßt, so daß sie, indem sich die innere Fläche ihrer Wandungen ganz und gar berühren, einem Uhrglase ähnlich sehen, und mit ihrer concaven Seite auf den anderen rundgebliebenen Blasen dicht aufsitzen. Andere Blasen widerstehen dem Drucke weniger, bersten und reißen dann in Lappen auseinander. Auf diese Weise kann eine Echinococcus-Kolonie sich selbst vernichten und tödten. Der ganze Inhalt der Kyste einer solchen abgestorbenen Echinococcus-Kolonie verwandelt sich nach und nach in eine sulzige Masse, indem die Wandungen vieler zerdrückten Blasen in der ausgeflossenen Flüssigkeit theils aufgelös't theils aufgelockert werden, während die Wandungen anderer abgestor-

---

[1]) Welche fürchterliche Zerstörungen der Echinococcus hominis im menschlichen Organismus anrichten kann, dazu liefern die von Bright (observations on abdominal tumors and intumescence, illustrated by some cases of acephalocyst hydatids, in den Guy's hospital reports. nr. V. 1837. pag. 432.) mitgetheilten Fälle einen traurigen Beleg. Eine große Reihe von durch Echinococcus hominis veranlaßten Krankheitsfällen haben Barbier (de la tumeur hydatique du foie. Paris 1840., im Auszuge in Froriep's neuen Notizen 1841. Bd. 17. S. 176.) und Aran (mémoire sur les hydatides ou vers vésiculaires de l'encéphale, im Archives générales. T. XII. 1841. pag. 76. und in Schmidt's Jahrbüchern 1842. Nr. II. S. 194.) mitgetheilt. Es scheint übrigens, als ob die Entwicklung von Echinococcus-Kolonien in England und Frankreich ganz besonders begünstigt würde.

benen Blasen ein dem geronnenen Eiweiße ähnliches Ansehen bekommen. Die Vernichtung und Verödung einer Echinococcus-Kolonie wird noch dadurch befördert, daß die Wandungen der Kyste Eiter nach innen abscheiden, zwischen welchem die Echinococcus-Blasen noch leichter getödtet werden. Ist eine verödete Echinococcus-Kolonie von geringer Größe, so wird sie, durch die Kyste abgeschlossen, Jahre lang ohne Nachtheil von einem Menschen bei sich getragen werden können. Solche verödete Echinococcus-Kysten können leicht für mit verdicktem Eiter gefüllte Abscesse angesehen werden, allein eine mikroskopische Untersuchung des Inhalts einer solchen Kyste wird über den wahren Ursprung derselben Aufschluß geben, indem sich die Hornhäkchen der früher da gewesenen Echinococcus-Brut zwischen den Eitermassen und Cholestearin-Tafeln leicht verrathen. Außer den in einander geschachtelten Blasen ist nämlich jede Echinococcus-Brut im Stande, noch eine besondere Brut durch Knospenbildung zu erzeugen [1]. Diese Brut, welche gewöhnlich für die Köpfe eines Echinococcus gehalten wird, entsteht niemals auf der äußern, sondern immer auf der innern Fläche einer Echinococcus-Blase, mag sie entweder einsam in einer Kyste stecken oder zu einer Kolonie gehören. Ein jedes dieser fälschlich als Echinococcus-Köpfchen angesehenen jungen Echinococeen ist mit vier Saugnäpfen und einem doppelten Hakenkranze versehen; hat die Brut diese Organe eingezogen, so stellt sie eiförmige Körperchen dar, diejenigen Individuen dagegen, welche Saugnäpfe und Hackenkranz hervorgestützt haben, gleichen ganz einem Taenien-Kopfe [2].

Ueber die Entwicklung der Echinococcus-Brut hat sich Folgendes wahrnehmen lassen. Es bilden sich anfangs auf der innern Fläche einer Echinococcus-Blase kleine Pusteln durch Erhebung des Epitheliums; diese Pusteln werden nach und nach blasenförmig aufgetrieben, indem rundliche und birnförmige Körper anf ihrer innern Fläche hervorsprossen. Diese Körper, deren bald mehr bald weniger in einem Bläschen hervorsprossen, bekommen einen immer längern Stiel und bilden sich zu Echinococcus-Brut aus. Die Bläschen, in welchen diese Brut zur Entwicklung kommt, schnüren sich häufig von der innern Fläche der Mutterblase ab, und fallen dann in der Flüssigkeit derselben zu Boden [3]. Es haben diese mit Echinococcus-Brut gefüllten Bläschen gewöhnlich die Größe eines Nadelknopfes. Sind die jungen Echinococcen in derselben gehörig entwickelt, so bersten die Bläschen, schrumpfen zusammen und stülpen ihren Inhalt nach außen um, die jungen Echinococcen sitzen alsdann vermittelst ihrer Stränge an der verschrumpften Hülle wie um einen Mittelpunkt fest [4]. Das Bersten der Bläschen kann vor sich gehen, noch ehe sich dieselben von der Mutterblase abgeschnürt haben, in einem solchen Falle erscheint die ganze innere Fläche der letzteren wie mit kleinen Träubchen besetzt. Die jungen Echinococcus-Körperchen haben sich mit der Zeit von ihren Strängen so abgegrenzt, daß aus ihrem Hinterleibsende die Stränge wie die Schweife aus dem Hinterleibe der Cercarien hervorragen. Weiterhin trennen sich die jungen Echinococcus-Körperchen von ihren Strängen, welche unmittelbare Fortsetzungen der gebor-

---

[1]) S. meine Beiträge zur Entwicklungsgeschichte in Burdach's Physiologie a. a. O. S. 183.

[2]) Vgl. Bremser in Meckel's deutschem Archive für Physiologie 1820. S. 292. Fig. 1. u. 3. In dieser Abbildung sind jedoch die Saugnäpfe nicht gehörig hervorgehoben.

[3]) S. Chemnitz: de hydatidibus Echinococci Hominis. Fig. 7, 8 u. 9.

[4]) Ebenda. Fig. 10. und 11. Auch hier sind die vier Saugnäpfe nicht gehörig angedeutet.

stenen und verschrumpften Bläschen sind, gänzlich los und zwar auf dieselbe Weise, wie sich die Cercarien von ihren Schweifen trennen. Die abgelös'ten jungen Echinococcen können jetzt in der Höhle ihrer Mutterblase mittelst hervorgeschobenen Saugnäpfen und Hakenkränzen frei umherkriechen. Die vollständig entwickelten jungen Echinococcen enthalten in ihrem Leibe einzeln zerstreute Kalkkörperchen von der den Blasen- und Bandwürmern eigenthümlichen Structur [1]), welche ebenfalls schon für Eier genommen worden sind.

So deutlich man die Entwicklung dieser Echinococcus-Brut hat verfolgen können, so wenig ist man über die Entwicklung der eingeschachtelten Echinoccocus-Blasen im Klaren. Durch Theilung der Mutterblase oder durch Knospenbildung auf der äußern Fläche derselben, wie man hier und da angegeben hat, geschieht die Vermehrung der Blasen auf keinen Fall. Es bliebe nun noch zu vermuthen übrig, daß sich die jungen Echinococcen nach Abwerfung ihrer Hakenkränze ausdehnten, ihre Saugnäpfe einbüßten und so in kleine Echinococcus-Blasen sich umwandelten, in denen sich dann neue Brut entwickelte. Ich muß freilich gestehen, diesen Hergang der Metamorphose noch nicht direct beobachtet zu haben. Jedenfalls werden die jungen Echinococcen zum Wandern geeignet sein, und wenn es sich bestätigte, daß aus ihnen in den Mutterblasen neue Echinococcus-Blasen hervorgehen können, so würde man mit gleichem Rechte auch annehmen dürfen, daß die jungen Echinoccocen durch Fortwandern nach anderen Organen hin oder gar nach anderen Menschen hinüber, die Grundlage zu neuen Echinococcus-Kolonien abgeben könnten [2]). Ob übrigens nicht noch ein besonderer mit Geschlechtswerkzeugen versehener Cestode existirt, mit welchem die Echinococcus-Blasen in derselben Beziehung stehen, wie die Cercarien-Schläuche mit gewissen geschlechtlichen Trematoden, wird die Zeit lehren. In dem Bestätigungsfalle müßten dann die jungen Echinococcen, nach Abtrennung ihres Stranges, sich nicht in Echinococcus-Blasen, sondern durch Auswachsen ihres Hinterleibes in eine Taenia verwandeln können.

Echinococcus veterinorum, welcher in vieler Beziehung dem Echinoccocus hominis sehr nahe steht, erzeugt auf dieselbe Weise, wie dieser junge Echinococcen, doch kommt bei ersterem niemals die Vermehrung der Echinococcus-Blasen durch Einschachtelung vor.

Infusoria.

Ich vermeide es absichtlich, die Vibrionen und die mit diesen verwandten Infusorien, welche sich in allen gährenden und faulenden thierischen Flüssigkeiten, mithin in den meisten natürlichen Ausleerungen, in den Absonderungen von mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehenden Geschwüren u. dgl. vorfinden, hier in das Bereich der Betrachtung zu ziehen, da wir zu wenig über das wahre Wesen dieser Gebilde wissen und wir dieselben ihrer Kleinheit wegen mit unseren optischen Werkzeugen nur sehr unvollkommen erreichen können. Ganz anders verhält es sich mit den Trachelinen und den oft außerordentlich großen Opalinen, welche den Darm und besonders die Kloake der geschwänzten und ungeschwänzten Batrachier zu gewissen Zeiten in zahlloser Menge bewohnen.

---

[1]) Ebendas. Fig. 17, 18 und 19..

[2]) Hieraus wird sich bei Blasenwürmern in der Leber und den Lungen das gleichzeitige Vorkommen derselben im Gehirne besser erklären lassen, als durch Aran's (a. a. O.) aufgestellten Hypothese, daß die Existenz von Blasenwürmern in den genannten Organen zu Blasenwürmer-Bildung im Gehirne prädisponire.

Diese Darmschmarotzer, welche keineswegs von Ehrenberg mit genügender Genauigkeit unterschieden und beschrieben worden sind [1]), verdienen mit einer besondern Aufmerksamkeit auf ihren Lebenslauf verfolgt zu werden, da sie uns gewiß neue Aufschlüsse über Entstehung und Verbreitung der Parasiten geben werden. Es vermehren sich diese Schmarotzer-Infusorien durch Längs- und Quertheilung, aber niemals durch Eier. Die Embryone vieler Trematoden sind den Infusorien oft so ähnlich, daß man glauben möchte, ein Theil der Schmarotzer-Infusorien könnte als Glied in die mit Generationswechsel verbundenen Metamorphosen-Reihe eines Helminthen gehören. Einem Jeden, der sich unbefangen mit der Lebensweise und Organisation der Infusorien beschäftigt, muß sogleich der im Leibe eines jeden Infusorium verborgen steckende Kern auffallen, welcher in den verschiedenen Gattungen und Arten die mannichfaltigste Form darbietet. Es ist dieser Kern von einer sehr festen Beschaffenheit, nimmt an den Längs- und Quertheilungen einen wesentlichen Antheil und spielt im Leben der Infusorien eine wesentliche Rolle, auf keinen Fall aber die Rolle eines Hoden, wie Ehrenberg behauptet [2]). Ueberhaupt wird man sich Alles dessen entschlagen müssen, was Ehrenberg über die vollkommene Organisation seiner polygastrischen Infusorien mittheilt, wenn man sich nicht über die wahre Beschaffenheit dieser Geschöpfe in einer steten Illusion befinden und dadurch im Fortschritte des Forschens behindert sehen will. Man muß vor Allem daran festhalten, daß die Infusorien [3]) keineswegs die vollkommenen Organismen sind, für welche sie Ehrenberg durch ganz willkürliche Deutung ihrer inneren Theile fort und fort auszugeben bemüht ist. Die Infusorien bilden die einfachst organisirten Thiere, deren Organisation sich nicht viel über die einer einfachen Zelle erhoben hat, indem sich ihre einzelnen Theile ganz ungezwungen auf eine Zellenmembran, einen Zelleninhalt und einen Zellenkern reduciren lassen. Ich weiß recht gut, daß ich durch diese Behauptung gegen eine große ziemlich allgemein anerkannte Autorität anstoße, allein dies kann mich nicht abhalten, dasjenige auszusprechen, was mich meine eigenen Untersuchungen seit Jahren gelehrt haben. Jener Kern, welcher auch den parasitischen Infusorien nicht fehlt, geht nach dem Tode der Infusorien und nach ihrer Auflösung nicht zu Grunde, es scheint, als wäre er noch zu etwas bestimmt. Bei Euglena viridis kann man sich ganz deutlich überzeugen, daß, wenn sich diese Geschöpfe enkystirt haben und ihr Leib innerhalb der Kysten zerfällt, der von demselben eingeschlossen gewesene Kern fortwächst, und nichts weniger einem abgestorbenen Körper ähnlich sieht, sondern ganz das Ansehen eines mit einem Keimbläschen versehenen Dotterkörpers hat. Muß hier nicht der Gedanke an die Möglichkeit auftauchen, daß bei den parasitischen Infusorien der Kern derselben vielleicht dieselbe Bedeutung habe, wie der Kern der infusorienartigen Embryone von Monostomum mutabile?

---

[1]) Ehrenberg: die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Tab. 35.

[2]) Vgl. das von mir und Stannius herausgegebene Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Erste Abtheilung. S. 23.

[3]) Die hochorganisirten Rotatorien gehören natürlich nicht zu den Infusorien, was Wiegmann, Burmeister, Berthold, Milne Edwards, Grant, Rymer Jones u. A. längst eingesehen haben.

Anhang.

Ueber Pseudoparasiten.

Bei der Verborgenheit, in welcher die meisten Thierschmarotzer leben, bei den sonderbaren Gestalten, welche dieselben häufig darbieten, konnte es nicht fehlen, daß immer neue und neue Formen aufgefunden wurden, was den Trieb des Menschen, etwas Neues, noch nie Dagewesenes an's Tageslicht zu bringen, nur noch mehr anfeuerte, nach Schmarotzern zu suchen und herumzustöbern. Es konnte bei diesem Streben nach dem Ruhme, ein neues Thier, einen neuen Helminthen entdeckt zu haben, nicht ausbleiben, daß viele Uebereilungen und Täuschungen begangen wurden. So viele warnende Beispiele die Geschichte der Helminthen in dieser Beziehung auch darbietet, so fallen dergleichen Irrthümer noch jetzt täglich vor; es reichten also die von älteren Helminthologen in besonderen Kapiteln ihrer Schriften zur Schau ausgestellten Pseudohelminthen nicht hin, größere Vorsicht hervorzurufen, vielmehr sah ich mich genöthigt, in den seit einigen Jahren herausgegebenen helminthologischen Jahresberichten den Pseudoparasiten einen besondern Abschnitt zu widmen, in welchem jährlich über einige neue Parasiten der Stab gebrochen werden muß.

Es lassen sich diese verschiedenen Pseudoparasiten in drei Kategorien abtheilen. 1) Die erste Kategorie begreift solche Thiere, welche nur zufällig an Orte gelangen, die von Schmarotzern bewohnt zu werden pflegen. 2) Eine zweite Kategorie bilden diejenigen Thiere, welche als Bewohner von anderen Thieren aufgeführt werden, von denen es aber gar nicht ausgemacht ist, daß sie wirklich in oder auf anderen Thieren gefunden wurden. 3) Die dritte Kategorie der Pseudoparasiten sind diejenigen Körper, welche, ohne überhaupt nur Thiere zu sein als Schmarotzer ausgegeben wurden. Diese letzteren Pseudoparasiti fictitii dienen ganz besonders als Warung, und beweisen, wie schwer mit vorgefaßter Meinung die Wahrheit, die oft klar am Tage liegt, erkannt werden kann.

1) Was diejenigen Pseudoparasiten betrifft, welche zufällig auf und in andere Thiere gelangen und dadurch mit ächten Schmarotzern verwechselt werden, so gehören besonders die Larven von verschiedenen Diptern hierher, welche in verwesenden thierischen Substanzen leben und diese verzehren. Dergleichen Larven werden leicht als kleine Maden mit faulem Käse, mit verdorbenem Schinken und anderen kalten Fleischspeisen, auch wohl mit faulen Vegetabilien, z. B. mit Kohl während der heißen Jahreszeit von Menschen verschluckt. Unter gewissen Umständen leben diese verschluckten Fliegenmaden im Darmkanale fort, werden aber später, wenn sie herangewachsen sind, einen zu starken Reiz ausüben und ausgebrochen werden oder mit dem Stuhlgange abgehen. In denjenigen Fällen, in welchen die wahre Abstammung dieser zufälligen Schmarotzer von den Beobachtern geahnet wurden und sachverständige Entomologen zur Bestimmung dieser Maden um Rath gefragt wurden, sind diese Thiere als die Larven von Sarcophaga carnaria, Musca vomitoria, domestica, stabulans, Anthomyia scalaris und canicularis erkannt worden [1]). Die fußlosen

---

[1]) Eine große Reihe von hierhergehörigen Beobachtungen hat Hope (on insects, occasionally found in the human body) in den transactions of the entomological society. Vol. II. pag. 266. zusammengestellt, denen ich noch die durch Koch (in Am-

Larven der beiden zuletzt genannten Fliegen erregen im Mastdarme des Menschen gewöhnlich ein sehr unangenehmes Jucken, indem der Rücken und die Seiten ihres geringelten Leibes mit steifen hornigen Dornen besetzt sind [1]. Die Schmeißfliegen, welche sehr leicht von stinkenden Ohren- und Nasenausflüssen, von eiternden und brandigen Geschwüren u. s. w. angelockt werden, wissen ihre Eier in die Nähe dieser Eiterheerde anzubringen, so daß die ausgeschlüpften Maden sehr leicht zu diesen ihnen reichliche Nahrung bietenden Stellen gelangen können [2]. Schwieriger läßt sich das Vorkommen dieser Fliegenlarven in der Harnröhre und der Harnblase erklären, da es den Fliegen wohl nicht so leicht gelingen dürfte, in diesen Theil der Harnwege ihre Brut abzusetzen, indem die enge Mündung der Harnröhre doch gewöhnlich unter Kleidungsstücken und Bettdecken verborgen gehalten wird. Ich glaube übrigens, daß man sich in vielen Fällen auch ganz unnütze Mühe giebt, sich das Hineinschlüpfen der Fliegenlarven in die Harnwege erklären zu wollen, da sie vielleicht niemals darinnen gewesen sind. In mehren Fällen, in welchen Aerzte über sogenannte Urinwürmer berichten, hat sich später ergeben, daß leichtgläubige Aerzte theils absichtlich hintergangen worden waren, theils irrthümlich Würmer,

---

mon's Monatsbericht für Medicin, Augenheilkunde und Chirurgie, Bd. I. Hft. 6. 1838. S. 642.) mitgetheilten Fälle von Insecten-Larven im menschlichen Darmkanale hinzufüge. Vergl. ferner die von Lisse erzählte storia di grave affezione intestinale susseguita dall' evacuazione di una particolare specie d'insetto nello stato di larva, in der Gazetta medica di Milano. 1843. pag. 305.

[1]) Vgl. Bouché: Naturgeschichte der Insecten. 1834. S. 89. Taf. VI. Fig. 3. u. 7. In den Abbildungen, welche Bateman (an account of the larvae of two species of Insects discharged from the human body.) in the Edinburgh medical and surgical Journal. Vol. 7. 1811. pag. 41. Fig. 3. u. 4. und Jenyns (notice of a case in which the Larvae of a Dipterous Insect, supposed to be the Anthomyia canicularis Meig. were expelled in large quantities from the human intestines) in the transactions of the entomological society. Vol. II. pag. 152. Pl. XV. Fig. 1—9. geliefert hat, erkenne ich deutlich die Larven der obengenannten Anthomyien. Ich selbst besitze verschiedene Larven in meiner Sammlung, welche in drei verschiedenen Fällen als Pseudoparasiten des Menschen betroffen wurden; in dem einen Falle waren die Larven von einem Patienten des Herrn Professor Elsner in Königsberg ausgebrochen, in den beiden anderen Fällen waren dieselben nach der Versicherung des Herrn Dr. v. Duisburg und Klinsmann von zweien Patienten in Danzig mit dem Stuhlgange entleert worden. Die ganze Form, sowie die gefiederten Seiten- und Rückenstacheln, und die beiden getrennt stehenden gestielten Athemröhren auf dem letzten Körpersegment, lassen es außer Zweifel, daß dieselbe der Anthomyia canicularis oder scalaris angehörten.

[2]) Hier ließe sich eine große Zahl von Beispielen anführen, von denen folgende genügen mögen. Fliegenlarven im äußern Gehörgange von mit stinkender Otorrhöe behafteten Menschen wurden beobachtet von Voigt (Medicinische Central-Zeitung. Berlin 1837. S. 674.), Troschel (Medicinische Vereins-Zeitung. Berlin 1838. S. 35.) und Thienemann (Provincial-Sanitätsbericht des Königl. Medicinal-Collegiums zu Königsberg. Für das erste Semester 1842. S. 49.) Bei einem von Wohlfahrt (observatio de vermibus per nares excretis. Halae 1768.) beobachteten und einem andern in Froriep's neuen Notizen (Bd. 4. 1837. S. 152.) mitgetheilten Falle rührten die aus der Nasenhöhle entleerten Larven von Sarcophaga carnaria her. Mehre ähnliche Fälle citirt noch Tiedemann a. a. O. S. 19. Einen höchst ekelhaften Eindruck machen die beiden Beobachtungen, in welchen eine Menge federkieldicke Fliegenmaden bei einem an Augenlider-Entzündung leidenden Knaben in der einen Thränengrube und bei einer mit Fluor albus geplagten Frau in der Scheide ihre Nahrung gefunden hatten (s. Medicinische Vereinszeitung 1842. S. 221. und 1844. S. 175.). Am häufigsten finden sich die Schmeißfliegen-Larven in Geschwüren und Abscessen der Haut ein (vgl. Murray: de vermibus in Lepra obviis. Gottingae 1769.), wo dann diese Thiere aus Unkenntniß schon oft für Oestrus-Larven gehalten worden sind (s. den oben citirten Fall von Delavigne).

welche zufällig in den gelassenen Urin gerathen waren, als mit dem Harne wirklich abgegangen betrachtet hatten [1]). Wie leicht können nicht die Insecten-Larven, welche an unreinlichen Orten und auf Abtritten anzutreffen sind, oder welche in altem Holze und Hausgeräthe leben, in Nachtgeschirre und Nachtstühle gerathen; von solchen Pseudoparasiten wird weiterhin noch die Rede sein. Es muß hier wieder den meisten Beobachtern solcher Fälle der Vorwurf gemacht werden, daß sie weder bei der Beschreibung noch bei der Bestimmung von dergleichen Würmern einen Sachkenner zu Rathe ziehen. Hätten Jördens und Schrader einen tüchtigen Entomologen zur Seite gehabt, so hätte weder Ersterer verschiedene mit dem Kothe abgegangene Fliegenmaden als zwei neue Helminthen-Arten beschrieben [2]), noch Letzterer angeblich mit dem Urin entleerte Dipteren-Larven für schneckenähnliche Thiere gehalten [3]). Auch die neuerdings von Mayer unter dem Namen Acanthosoma chrysalis als neues Entozoon beschriebenen schwärzlichen Würmer, welche derselbe am Magen der Rana esculenta zwischen den Platten des Peritonäums mehrmals angetroffen hat [4]), sind ebenfalls nichts Anderes als Pseudoparasiten, sie stimmen in Färbung, Gestalt und Organisation ganz mit den Larven von lebendig gebärenden Tachinien überein [5]).

Es sind diese Larven, nachdem die Frösche verschiedene vivipare Tachinarien verschluckt hatten, aus dem Uterus dieser Dipteren hervorgekrochen und haben sich instinktmäßig, statt durch die Haut von Raupen, durch die Magenwandungen der Frösche hindurchgearbeitet, wobei ihnen ihre hornigen Kiefern und die aus nach hinten gerichteten Stacheln zusammengesetzten Leibesgürtel sehr zu statten gekommen sind.

Von anderen Insecten, welche zufällig in den Magen des Menschen gelangen und sich dort ernähren können, ist noch die Raupe von der Aglossa pinguinalis arzuführen, welche sich in Schmalz, Butter, Speck und anderen fetten Substanzen aufhält und in Speisekammern nicht selten angetroffen wird. Wie leicht diese Raupe mit ihren Futterstoffen verschluckt werden könne, geht aus

---

[1]) In den medicinischen Zeitschriften werden eine Menge Beobachtungen von Urinwürmern mitgetheilt, von denen einige gewiß in die zweite Kategorie der Pseudoparasiten gehören. Vergl. Ruyschii thesaurus anatomicus primus. pag. 32. Tab. 3. Fig 5. Tulpii observationum medicarum Lib. II. Cap. 50. et 51. Tab. 7. Fig. 2. et 3., in der ersten (Fig. 2.) von Tulpius gelieferten Abbildung wird man wieder die Larve von Anthomyia canalicularis gewahr. S. ferner Bateman a. a. O., Wolf (in der medicinischen Vereins-Zeitung. 1834. Nr. 21. Beilage), Brandis (in Casper's Wochenschrift. 1835. Nr. 43. S. 683.) und Owen (in den Annals of natural history. VI. 1841. pag. 483). Endlich hat Pommer Vieles über Harnblasenwürmer (in der schweizerischen Zeitschrift für Natur und Heilkunde, Bd. 2. 1837.) zusammengestellt.

[2]) S. Jördens, Entomologie und Helminthologie. Bd. II. S. 29. Ascaris stephanostoma. Tab. VII. Fig. 5—8. und pag. 30. Ascaris conosoma Tab. VII. Fig. 9—12. Vergl. auch Bremser: über lebende Würmer im lebenden Menschen. S. 262. und die Titelvignette.

[3]) S. Rust's Magazin. Bd. 19. 1825. S. 487. und Bd. 21. 1826. S. 67.

[4]) S. Mayer (Acanthosoma chrysalis, ein neues Entozoon) in dem medicinischen Correspondenzblatt rheinischer und westphälischer Aerzte. Bd. 3. 1844. Nr. 5. und in Müller's Archiv. 1844. S. 409. Taf. X. Fig. 5—8.

[5]) Wer irgend Tachinarien-Larven näher betrachtet hat, wird sogleich in dem von Mayer abgebildeten Acanthosoma chrysalis eine ähnliche Larve erkennen. Das doppelhakige Horngebilde, welches Mayer für einen Penis halten möchte, ist nichts Anderes, als der Kieferapparat am Vorderleibsende. Schon die Richtung der Stacheln an den zwölf Gürteln des Leibes, welche an ähnliche Gürtel der Oestrus-Larven erinnern, hätten Mayer darauf aufmerksam machen können, welches Körperende das vordere, welches das hintere an diesen Thieren ist.

Roland er's Mittheilung hervor, welcher versichert, bei dem Essen schon mehrmals diese Raupen der Fettschabe in den Löffel und Mund bekommen, aber noch zur rechten Zeit vor dem Hinunterschlucken bemerkt zu haben [1]). Schon Linnée bemerkt von diesen Raupen, daß sie im Magen des Menschen große Beschwerden verursachen könnten, beruft sich aber dabei auf keinen bestimmten Fall [2]). Dagegen theilt Robineau Desvoidy einen sorgfältig beobachteten Fall mit, in welchem die von einer Frau ausgebrochenen Larven für die Raupen einer von der Aglossa pinguinalis verschiedenen Fettschabe erklärt werden [3]). Ob diese mit dem Namen Agl. intestinalis bezeichnete Schabe aber wirklich von der gewöhnlichen Fettschabe verschieden ist, muß ich dahin gestellt sein lassen. In einem andern von Ebermaier in Düsseldorf mitgetheilten Falle scheinen nach der Bestimmung des Prof. Goldfuß ebenfalls Raupen der Aglossa pinguinalis ausgebrochen worden zu sein [4]).

2) In Bezug auf diejenigen Pseudoparasiten, welche angeblich von Menschen abgegangen sein sollen, aber wohl niemals im Inneren eines Menschen sich befunden haben, ließe sich eine kaum zu übersehende Reihe von Beispielen zusammenstellen. Ich will zwar nicht in Abrede stellen, daß hier und da einzelne in solchen Beispielen aufgeführte Pseudoparasiten durch Niesen und Erbrechen oder mit dem Stuhlgange und Urine wirklich entleert worden sind, indem sich allerdings bei einem im Freien schlafenden Menschen ein in Schlupfwinkeln verborgen lebendes Insect, z. B. eine Scolopendra, in die Nase und Mundhöhle verirren kann [5]), und indem bei hastigem Essen von Obst die in diesen Früchten wohnenden Insecten oder während des Trinkens aus unreinem Wasser verschiedenes Gewürm, ja ich will zugeben, kleine Batrachier-Larven verschluckt werden können. Auf keinen Fall werden aber dergleichen als Eier oder junge Larven verschluckte Insecten und Batrachier im Magen und Darm eines Menschen sich weiter entwickeln und Monate oder gar Jahre lang lebendig verweilen

---

[1]) Roland er (Beschreibung einer glatten Raupe mit sechszehn Füßen und getheilten Gelenken, welche von allerlei Hausmannskost lebt) in den Abhandlungen der Kön. schwedischen Akademie auf das Jahr 1755. Jan. bis März. Nr. IV. Tab. II.

[2]) Linnaei Fauna Suecica. 1761. pag. 351. Nr. 1350. und Systema naturae. Edit. XII. 1767. T. I. pag. 882. Nr. 336. Hier heißt es: habitat in pinguibus, Butyro aliisque frequens, intra domos et culinas; rarius in ventriculo humano, inter vermes pessima. Pontoppidan hat in seiner Naturhistorie in Dänemark. 1765. S. 221. Nr. 64. dieselbe Bemerkung dem Linnée wohl nur nachgeschrieben.

[3]) Vergl. L'Institut. 1836. Nr. 179. pag. 334. und Nr. 189. pag. 427. Ferner Annales des sciences naturelles. T. VI. 1836. pag 376. Sur des chenilles qui ont vécu dans les intestins de l'homme, qui y ont subi leur mue et qui en ont été expulsées vivantes par l'estomac.

[4]) S. Medicinische Vereins-Zeitung. 1835. Nr. 27. S. 121. Vielleicht gehört auch der Fall hierher, in welchem nach Wurmzufällen und gebrauchten anthelminthischen Mitteln bei einem Mädchen mit dem Stuhlgange abgestorbene Insectenlarven abgingen, die von Dr. Kraft aus Durlach als spannerartige Raupen beschrieben worden sind (in den medicinischen Annalen. Heidelberg. 1839. Bd. V. S. 64. oder in Schmidt's Jahrbüchern. 1840. Bd. 25. S. 192). Wie aber Keferstein (a. a. O. S. 83.) die Raupe von der Länge eines Mittelfingers, welche nach der Mittheilung des Fulvius Angelinus (de verme admirando per nares egresso. Ravennae 1610.) einem Manne beim Schneuzen aus der Nase abgegangen, für die Raupe der Aglossa pinguinalis erklären kann, begreife ich nicht, während sie Kirby und Spence (Einleitung in die Entomologie Bd. I. S. 146), auf welche sich Keferstein beruft, ebenso wie Tiedemann (a. a. O. S. 25.) ganz unbestimmt gelassen haben.

[5]) Vergl. Tiedemann a. a. O. S. 11. Zu den unerhört seltenen Fällen gehört der von Mundt (in Rust's Magazin. Bd. 53. 1839. S. 491.) mitgetheilte sehr genaue Bericht über eine durch den Mund eines schlafenden Mannes in dessen Magen hinabgeschlüpfte Vipera Berus.

können. Bei allen solchen Erzählungen, wo eine Menge der verschiedensten Insecten, Larven, Asseln, Spinnen, Gewürme, eine große Zahl von Schnecken, Fröschen und Salamandern im lebenden Zustande ausgebrochen oder mit den Fäces ausgeleert worden sein sollen, muß sogleich der Gedanke an einen unabsichtlich vorgefallenen Irrthum oder an einen absichtlich gespielten Betrug erwachen, wenn man weiß, wie schwer es oft bei der sorgfältigsten Pflege gelingt, alle diese Thiere, von ihrem natürlichen Aufenthalte entfernt, ohne ihre gewohnte Nahrung längere Zeit hindurch munter und wohlgenährt zu erhalten. Es widerstreitet allen sonstigen über diese Thiere gemachten Erfahrungen, daß dergleichen Thiere, welche entweder stets frisches Wasser, oder frische Luft, einen bestimmten Grad von Feuchtigkeit, oder gar Trockenheit und niedrige Temperatur in ihrer Umgebung verlangen und zuweilen auf ein ganz bestimmtes Futter angewiesen sind, ohne alle diese zu ihrer Existenz nothwendigen Erfordernisse in einem menschlichen Magen bei 29 — 30 Wärmegrade R. Tage lang, und wohl Monate und Jahre lang ausdauern und heranwachsen können.

Durch Täuschung und Irrthum verführt, hat man verschiedene Thiere, welche ihrer ganzen Organisation und Lebensweise nach niemals im Blutgefäßsysteme, niemals in den Harnwegen und dem Darmkanale des Menschen vorkommen können, als Hämatozoen, Urinwürmer oder Intestinal-Parasiten angesehen; offenbar waren diese Geschöpfe in die Gefäße oder Geschirre, welche zur Aufnahme von Aderlaßblut, Urin oder Fäces dienten, durch Zufall hineingerathen. Folgende Fälle rechne ich hieher. Sehr viel Aufsehen machten vor einigen Jahren die von Bushnan beschriebenen Würmer, welche in dem Venenblute eines Knaben eine Stunde später, nachdem dasselbe gelassen worden war, zum Vorschein kamen[1]). Sie wurden von dem Naturforscher Rhind als die Larven der Tipula oleracea erklärt, womit ich nicht einverstanden bin, indem die von Bushnan gelieferte Abbildung jenes Wurmes vollkommen mit den rothen Chironomuslarven[2]) übereinstimmt, welche in stehendem Wasser, namentlich in Regenwasser, so häufig angetroffen werden. Ein anderer Wurm wurde in dem Aderlaßblute einer Frau gefunden, nachdem dasselbe einige Stunden in einem Becken gestanden hatte. Nach der Abbildung dieses Hämatozoon zu schließen, ist dasselbe nichts Anderes, als eine Piscicola geometra gewesen[3]). Wahrscheinlich sind auch jene planarienartigen Würmer, welche bei einem Knaben kurz nach genommenen Flußbade an einem verletzten und blutenden Hautgefäße des Schienbeins äußerlich anklebten, keine Hämotozoen, sondern Bewohner des Flusses gewesen[4]). Später will Delle Chiaje diese von Treutler unter dem Namen Hexathyridium venarum beschriebenen Würmer durch zwei Fälle als Hämatozoen des Menschen bestätigt gesehen haben[5]), was aber meine Bedenken nicht beseitigen kann, da bis jetzt noch keine genaue Beschreibung dieser angeblichen Parasiten gegeben worden ist. Unter den sogenannten Urinwürmern befinden sich viele Thiere, deren wirklicher Ab-

---

[1]) Bushnan: the history of a case in which animals were found in blood drawn from the veins of a boy. London 1833. Vergl. auch Froriep's Notizen. Bd. 40. 1834. S. 259.

[2]) Vergl. Reaumur: mémoires pour l'histoire des Inseetes. Tom. 4. pag. 179. Pl. 14. Fig. 9 — 12.

[3]) S. Fränkische Sammlung. Bd. 8. 1768. S. 322. Fig. 2., vergl. auch Schmitz: de vermibus in circulatione viventibus. pag. 12. Fig. 19 — 20.

[4]) S. Treutler: observ. pathol. anat. a. a. O. pag. 23. Tab. IV. Fig. 1—3., vergl. auch Schmitz: a. a. O. S. 13. Fig. 14 — 16.

[5]) Vergl. Fricke u. Oppenheim's Zeitschrift für die gesammte Medicin. Bd. VII. 1838. S. 99. und Froriep's neue Notizen. Bd. IV. 1838. S. 245.

gang mit dem menschlichen Urine mehr oder weniger als problematisch angesehen werden muß, da hier zu leicht Täuschungen stattfinden können. Möchte doch jeder Arzt Alles das recht beherzigen, was der brave Bremser in seiner humoristischen Weise über den von Brera als Cercosoma beschriebenen neuen Urinwurm ausgesprochen, der sich in dem Nachtgeschirre einer alten Frau vorgefunden hatte, und nichts Anderes als die bekannte, auf Abtritten so häufig anzutreffende geschwänzte Larve der Eristalis tenax gewesen war[1]). Ich besitze eine mir als Urinwurm überlieferte sechsfüßige Made, welche bei genauer Untersuchung sich ganz bestimmt als die Larve von Clerus formicarius herausstellt[2]). Es stellt dieser Käfer sowohl als ausgebildetes Insect, wie als Larve, den Borken- und Nagekäfern nach, und wird nicht selten in Häusern und Zimmern angetroffen, wo er wahrscheinlich die im hölzernen Hausgeräthe wohnenden Anobien aufsucht. Wie leicht kann bei dieser Gelegenheit jene Cleruslarve in ein Nachtgeschirr oder Uringlas herabgefallen sein. Der von Curling beschriebene Dactylius aculeatus, welcher von allen bekannten Helminthen auffallend abweicht, und allem Anscheine nach zu den Lumbricinen gehört, ist wohl auch nur zufällig in ein Uringlas gerathen, zumal da ihn Curling als Urinwurm aus dritter Hand erhalten hat[3]). Mir ist es noch sehr gut im Gedächtniß geblieben, daß mir bei meiner frühern Anwesenheit zu Königsberg Herr Professor v. Baer ein Gläschen mit Larven und Käfern des Ptinus fur zeigte, welche ihm von einem praktischen Arzte als etwas sehr Merkwürdiges übergeben worden waren, indem diese Thiere von Zeit zu Zeit einem Patienten mit den Fäces abgegangen sein sollten. Bei weiterem Nachspüren hatte sich hier ergeben, daß der Nachtstuhl, dessen sich jener Patient bediente, mit einem ledernen und zerrissenen Polster bedeckt war, in welchem eine Kolonie des Ptinus fur haus'te, und daß bei dem Schließen des Nachtstuhles einige dieser Insecten von dem Deckel auf die Fäces herabgefallen waren.

Eine andere Reihe von Fällen, in welchen die verschiedenartigsten Thiere ausgebrochen worden sein sollen, beweis't weiter nichts, als daß es verschmitzten Personen gelungen ist, ihre leichtgläubigen Aerzte zu hintergehen. Es werden gewöhnlich die nächsten besten Insecten, Spinnen, Würmer u. s. w. zusammengerafft und in einer Waschschüssel oder einem Nachtgeschirre als ausgeleert vorgezeigt, und wenn der Arzt vielleicht ungläubig den Kopf dazu schüttelt, so überwinden dergleichen betrügerische Menschen sogar den Ekel, den sie sonst vor solchen Thieren haben, und verschlucken dieselben kurz vor Ankunft des zweifelnden Arztes, um vor seinen Augen die unerhörten Parasiten lebendig auszubrechen, und so das Interesse und die Aufmerksamkeit des ärztlichen Publikums auf sich zu ziehen. Am bekanntesten ist jener Betrug geworden, welchen eine

---

[1]) Bremser: über lebende Würmer. a. a. O. S. 264. und die Titelvignette.

[2]) Ich verdanke diese Larve Herrn Prof. Vogel in Göttingen, welchem sie von einem Arzte als Urinwurm überliefert worden war. Vergl. Ratzeburg: die Forstinsecten. Th. 1. S. 33. Taf. I. Fig. c. Die rothe Farbe, welche dieser Larve im lebenden Zustande eigen ist, war natürlich bei meinem Exemplare durch die Flüssigkeit, in welcher sie aufbewahrt wurde, längst ausgezogen.

[3]) Curling: on the Dactylius aculeatus. Case of a girl, who voided from the urethra a number of entozootic worms not hitherto described, in the medico-chirurgical transactions. Vol. 22. 1839. pag. 274. Fig. 1—6. Vergl. Froriep's neue Notizen. Bd. 13. 1840. S. 33. u. 346. und meine Bemerkungen in Wiegmann's Archiv. 1840. Bd. 2. S. 187., in welchen ich das Thier den Naiden verwandt erklärte, während Henle (Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. 3. Hft. 1. 1844. S. 27.) den Wurm zu seiner neuen Gattung Enchyträus rechnet.

Frauensperson dem gelahrten Osiander in Göttingen gespielt hat[1]). Einen ähnlichen Zusammenhang hat gewiß die von Pickel erzählte Krankengeschichte, in welcher ein Frauenzimmer innerhalb 1½ Jahren 340 Larven, Puppen und Käfer des Blaps mortisaga durch den After, und über 700 durch Erbrechen ausgeleert hat, wobei derselben noch Tausende von Fliegenlarven abgegangen sind[2]). Einen Fall theilte Sander als wirklichen Betrug mit, den eine Person mit dem Ausbrechen von lebenden Fröschen begangen hat[3]). Eine sonderbare hysterische Monomanie lernten wir durch Lopez kennen, in welcher ein Frauenzimmer sich immer von Zeit zu Zeit Spinnen unter die Augenlider schob, um sich dieselben von ihrem Arzte hervorziehen zu lassen[4]). Was soll man aber zu den Beobachtungen sagen, nach welchen Eidechsen und Salamander im menschlichen Darmkanale Jahre hindurch krankhafte Zufälle erregt haben sollen[5])? Unter solchen vorausgegangenen Erfahrungen konnte es freilich nicht fehlen, daß man es sogar so weit zu bringen suchte, in merkwürdigen Krankheitsfällen die Anwesenheit von Salamander- oder Froschlarven im Darmkanale zu diagnosticiren[6]). Es ist fast unglaublich, wie sich Aerzte in solchen Fällen oft die lächerlichsten Märchen aufbinden lassen; wären sie nur irgend mit der Naturgeschichte der Thiere bekannt, so würden sie sogleich den Irrthum oder gar den Betrug ahnen, und sich nicht mit der sehr verbrauchten Erklärung beruhigen, daß durch die gesteigerte Bildungskraft sich in einem menschlichen Magen mittelst der generatio aequivoca, welche immer willig sich zu Allem gebrauchen läßt, Salamander, Frösche und Eidechsen erzeugen können[7]). Wollte man nur bei diesen verschiedenen angeblichen Pseudoparasiten den Verdauungsapparat derselben genau untersuchen, so würde man in dem Magen und Darmkanale dieser oft ganz gut genährten Pseudoparasiten die ihnen natürlichen Futterstoffe vorfinden, welche sie noch kurz vorher, ehe sie Gegenstand des Irrthums

---

[1]) Osiander (Krankengeschichte einer Frauensperson, welche verschiedene Insecten, Larven und Würmer durch Erbrechen und Stuhlgang von sich gab): in den Denkwürdigkeiten für die Heilkunde und Geburtshülfe. Bd. I. 1794. S. 1. Taf. I. Es ist charakteristisch für dieses Weib, daß, als ich im Jahre 1825 in Göttingen studirte, dasselbe in einem Alter von 70 Jahren sich mit wichtiger Miene gegen mich rühmte, diejenige Person zu sein, über welche ein Buch gedruckt worden sei.

[2]) Froriep's Notizen. Bd. 9. 1824. S. 48., aus den Transactions of the association of Physicians in Ireland. Vol. IV.

[3]) Casper's Wochenschrift. 1834. No. 39.

[4]) American Journal of medical sciences. July 1843., im Auszuge in Oppenheim's Zeitschrift für die gesammte Medicin. 1844. Juli. S 402.

[5]) In Fricke's und Oppenheim's Zeitschrift. Bd. 12. 1839. S. 522 theilte Luroth die Geschichte einer Krankheit mit, welche durch den vierjährigen Aufenthalt eines lebenden Salamanders im Darme eines Mädchens verursacht worden sein soll. Nach Bernstein's Mittheilungen (in Casper's Wochenschrift. 1834. No. 26. oder Schmidt's Jahrbücher. 1835. S. 179.) soll eine Lacerta agilis eilf Jahre lang im Magen einer Frau herumziehende Schmerzen verursacht haben. Außer ähnlichen älteren Geschichten, welche Osiander (a. a. O.) zusammengestellt hat, liefert die neueste Zeitungsliteratur noch eine Menge von Beispielen ausgebrochener Eidechsen, Frösche oder mit dem Stuhlgange abgegangener Reptilien und nackter Schnecken. Vgl. die medicinische Vereinszeitung. 1837. No. 5. S. 23., Schmidt's Jahrbücher. 1840. Bd. 26. Hft. 2., und 1843. Bd. 40. S. 308., Würtemberger Correspondenzblatt. 1842. Bd. 12. Nr. 7., Heidelberger medicinische Annalen. 1839. Bd. 5. S. 468.

[6]) In dem Würtemberger Correspondenzblatt. 1841. Bd. 11. No. 44. erzählt Stendel in Eßlingen einen merkwürdigen Krankheitsfall mit der Vermuthung, daß der dabei betheiligte Patient Salamander- oder Froschlarven bei sich haben müsse.

[7]) Vergl. das Raisonnement, welches Höfling zu Fulda über den von ihm beobachteten Fall eines ausgebrochenen Triton palustris ausspricht (Casper's Wochenschrift. 1834. Nr. 27. u. 28., oder Schmidt's Jahrbücher. 1835. S. 179.).

oder Betruges geworden sind, gefressen haben; man würde in den ausgebrochenen Regenwürmern den mit Sandkörnern vermengten Humus, in den Raubkäfern die Trümmer der verzehrten Insecten, in den Pflanzen und Holz fressenden Insecten und Larven die Pflanzenzellen und Holzfasern, in den Froschlarven ihr Pflanzenfutter, und in den jungen oder erwachsenen Fröschen, Salamandern und Eidechsen die verschluckten Käfer, Fliegen, Würmer u. s. w. deutlich auffinden, was ein ganz anderes Licht auf dergleichen wunderbare Geschichten werfen müßte. Es ist mir nicht erinnerlich, daß in solchen Fällen der Verdauungskanal der Pseudoparasiten sorgfältig untersucht worden wäre.

3) Unter den Pseudoparasiti fictitii finden sich die sonderbarsten Gegenstände vor, welche als Schmarotzerthiere beschrieben und getauft worden sind; die meisten sind längst der Vergessenheit übergeben, und so wäre es vielleicht angemessen, sie nicht noch einmal aus ihrer Verborgenheit an's Licht zu ziehen, indessen glaube ich, daß es nichts schadet, von Zeit zu Zeit an die verschiedenen in dieser Beziehung begangenen Mißgriffe zu erinnern, um dadurch die Vorsicht der Naturforscher stets rege zu erhalten und so neuen Verirrungen vorzubeugen. Es mag zu diesem Zwecke ausreichen, folgende Pseudoparasiten in das Gedächtniß zu rufen.

Sagittula hominis, welche von Bastiani beschrieben wurde, ist wohl nichts Anderes, als ein verschlucktes und mit dem Stuhlgange abgegangenes Zungenbein von irgend einem Vogel gewesen[1]).

Diceras rude Rud. oder Ditrachyceras rudis Sultz., welches zweimal am helminthologischen Horizonte auftauchte, wurde jedesmal als der unverdaute Same genossener Maulbeeren aus der Helminthologie zurückgewiesen[2]).

Diacanthus polycephalus Stieb., wurde von Rudolphi als ein durch den Stuhlgang entleerter Rosinenstengel anerkannt[3]).

Acrostoma Amnii, am Amnion der Kühe gefunden[4]), gehört gewiß

---

[1]) Istoria medica illustrata con reflessioni sopra un animale bipede evacuato par secesso in cardialgia verminosa del dottore Annibale Bastiani. Vergl. Atti dell' Academia delle scienze di Siena. Tom. VI. 1781. pag. 241. Tab. XII. Fig. 3—4., oder Blumenbach's medicinische Bibliothek. Bd. I. S. 86. Tab. I. Fig. 1—2., Leblond's Atlas. a. a. O. S. 69. Pl. XV. Fig. 19. Lamarck: histoire naturelle des animaux sans vertèbres. T. III. 1840. pag. 638. und Delle Chiaje: compendio di elmintografia umana. Napoli 1833. pag. 45. Tav. VI. Fig. 11.

[2]) Sultzer: dissertation sur un ver intestinal nouvellement découvert et décrit sous le nom de Bicorne rude. Strasbourg 1801. Dasselbe Schriftchen erschien in deutscher Sprache unter dem Titel: Beschreibung eines neuentdeckten Eingeweidewurmes im menschlichen Körper. Straßburg 1802. Rudolphi (entozoorum historia. Vol. II. P. II. pag. 258. Tab. XII. Fig. 5., und Synopsis entozoorum. pag. 184.) und Nordmann (im Lamarck a. a. O. T. III. pag. 562.) erkannten diesen Körper nicht als Wurm an, und Bremser (über lebende Würmer. S. 261.) erklärte denselben ganz richtig als einen Pflanzensamen. In neuester Zeit suchte Eschricht den Sultzer'schen Wurm aber wieder in seine Rechte einzusetzen (Müller's Archiv. 1841. S. 437. und 1842. S. 84., und Annales des sciences naturelles. T. 16. 1841. pag. 354.), wogegen die Botaniker Endlicher, Unger und Fenzl mit Bestimmtheit die Identität des Diceras mit dem Samen der weißen Maulbeere nachwiesen. Vergl. Diesing (Ditrachyceras rudis Sultz., ein Pseudohelminth) in der österreichischen medic. Wochenschrift. 1841. Nr. 50. S. 1177.

[3]) Stiebel (Dyacanthus polycephalus, ein Intestinalwurm des Menschen) in Meckel's deutschem Archiv. Bd. III. 1817. S. 174. Taf. 3. Fig. 1—5., und Rudolphi: Synopsis entozoorum. pag. 184., oder Bremser: über lebende Würmer. S. 267., nebst der Titelvignette.

[4]) Lesauvage (mémoire sur l'Acrostome, nouveau genre de vers vesiculaires) in den Annales des sciences naturelles. T. 18. 1829. pag. 433. Pl. XI. B.

in die Kategorie der Traubenhydatiden, welche ebenfalls schon oft für Blasenwürmer angesehen worden sind.

Vertumnus thetidicola Ott. oder Phoenicurus varius Rud.[1]), war schon früher als ein zur Thetys gehöriger Anhängsel erkannt worden, was aber erst kürzlich von Neuem bestätigt werden mußte[2]).

Rhytis paradoxa, welche nach Mayer's Mittheilung einer Kuh abgegangen ist[3]), wurde später für ein pathologisches Product des Darmkanales erklärt[4]).

Needhamia expulsoria, welche nach Carus mit einem Schlund, Vormagen, Magen, Dünndarm und Mastdarm versehen sein sollte[5]), ist ein sehr complicirter Samenschlauch (Spermatophor) von Sepia officinalis[6]).

Polyporus Chamaeleon, das an den Kiemen eines Fisches zurückgebliebene Fragment eines Cephalopodenarmes, wurde von Grube zu den Trematoden gezählt[7]).

Pagiura, Spirulura und Cincinnura sind langgestreckte Spermatozoidenbündel aus den männlichen Geschlechtsorganen von Schmetterlingen, welche von Hammerschmidt für Nematoden angesehen wurden[8]). Hieher sind zugleich auch die von vielen Naturforschern für trematodenartige Schmarotzer betrachteten Spermatozoiden zu erwähnen, an welchen man die Verdauungswerkzeuge und sogar die Geschlechtsorgane hat erkennen wollen[9]).

Leucophra fluxa und armilla Müll., sowie Peripheres conchilio-spermaticum Car., ist ein mit Flimmerorganen besetztes Fragment eines Muschelthieres[10]); dergleichen flimmernde Muschelfragmente wurden frü-

---

[1]) Otto in den Nov. Act. Nat. Curios. Tom. XI. pag. 294. Tab. 41. Fig. 1. und Rudolphi: synopsis entozoorum. pag. 573. Della Chiaje (memorie su la storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. Vol. I. pag. 59. Tav. II. Fig. 9—15. und Vol. II. pag. 265. und Vol. III. pag. 141. Tav. XXXIX. Fig. 1.) hatte ebenfalls diese Anhänge für Epizoen gehalten, und unter dem Namen Planaria ocellata beschrieben.

[2]) Macri erkannte (in den Atti della reale academia delle scienze di Napoli. Vol. II. 1778. pag. 170. Tav. IV.) bereits das wahre Wesen dieser leicht abfallenden Anhängsel der Thetys, ihm folgten später Verani (in der Isis. 1842. S. 252.) und Krohn (in Müller's Archiv. 1842. S. 418.).

[3]) Mayer (Beschreibung eines neuen Eingeweidewurmes) in seinen Analecten für vergleichende Anatomie. Zweite Sammlung. 1839. S. 67. Fig. 1—3.

[4]) Vergl. Tschudi, Miescher und Nordmann (Rhytis paradoxa Mayer ist kein Eingeweidewurm) in Müller's Archiv. 1839. S. 220.

[5]) Carus (Needhamia expulsoria Sepiae officinalis, beschrieben und abgebildet und mit einigen Bemerkungen über epiorganische Geschöpfe begleitet) in den Nov. Act. Acad. Nat. Cur. Vol. XIX. 1839. pag. 3. Tab. I.. und in den Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Heft 5. 1840. S. 4. Taf. I. Fig. 10.

[6]) S. meinen Jahresbericht über Helminthologie in Wiegmann's Archiv. 1841. Bd. 2. S. 318.

[7]) Grube: Aktinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeeres. 1840. S. 49. Fig. 2. Vergl. meinen Jahresbericht über Helminth. in Wiegmann's Archiv. 1841. Bd. 2. S. 300.

[8]) Hammerschmidt (Helminthologische Beiträge) in der Isis. 1838. S. 351. Taf. 4. Vergl. meinen Jahresbericht über Helminth. a. a. O. 1839. Bd. 2. S. 157.

[9]) Vergl. meinen Jahresbericht über Helminth. a. a. O. 1841. Bd. 2. S. 319., und 1842. Bd. 2. S. 371.

[10]) O. F. Müller: Zoologia danica. Tab. 73., und Carus (neue Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte unserer Flußmuschel) in den Nov. Act. Acad. Nat. Cur. Vol. XVI. pag. 1. Tab. III. Fig. 8. Vergl. Purkinje et Valentin: de Phaenomeno generali fundamentali motus vibratorii continui etc. pag. 30., und Ehrenberg: die Infusionsthierchen. S. 313.

her sehr häufig mit infusorienartigen Schmarotzern verwechselt[1]), und von den Anhängern der generatio aequivoca vielfach dazu benutzt, die Existenz einer Urzeugung zu beweisen.

K. Th. E. von Siebold.

Psychologie und Psychiatrie [2]).

Die Aufnahme eines eigenen größern Artikels über Psychologie in ein Handwörterbuch der Physiologie ist für die jetzige Stellung dieser Wissenschaft bezeichnend und bedeutend. Es wird dadurch als Thatsache ausgesprochen, daß die Psychologie gegenwärtig aus ihrer bisherigen mehr oder we-

---

[1]) Bär (Beiträge zur Kenntniß der niederen Thiere) in den Nov. Act. Acad. Nat. Cur. Vol. XIII. pag. 594. Tab. XXX. Fig. 28. Vergl. Raspail (histoire naturelle de l'Alcyonelle fluviatile) in den Mémoires de la société d'hist. nat. de Paris. 1828. pag. 145., welcher die Flimmercilien an niederen Thieren ziemlich gut gekannt hat. Vergl. ferner den zwischen Bär und Raspail geführten Streit (in der Isis. 1828. S. 671. und 1829. S. 556.), in welchem Bär den von Raspail ihm gemachten Vorwurf, »lauter Fetzen, nichts als Fetzen« für Thiere angesehen zu haben, sehr übel aufgenommen hat.

[2]) Vorbemerkung des Verfassers. Indem ich vorliegende Abhandlung dem Publikum übergebe, bitte ich dasselbe nicht um nachsichtige Beurtheilung, sondern um eine richtige Würdigung ihres Zweckes. Ich kann mir nämlich im Voraus denken, daß mancher Leser in derselben Gegenstände sucht, die er nicht, oder wenigstens nicht so ausführlich besprochen findet, als er wünscht, und bemerke daher hierüber Folgendes. Es ist viel leichter, ein Handbuch der Psychologie zu schreiben, als die Psychologie für ein physiologisch medicinisches Werk sachgemäß zu bearbeiten. Wollte man da dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung geben, und alle ihre einzelnen Theile gleichmäßig berücksichtigen, so würde bei dem angewiesenen Raum nichts herauskommen, als ein dürrer Abriß dieser Wissenschaft, wie er niemals einen Arzt befriedigen wird, oder im schlimmern Falle gar nur ein Philosophiren über die Psychologie, was noch viel weniger hieher passen würde. Die Redaction will aber nicht das, sondern eine »Anwendung der Physiologie auf Psychologie und Psychiatrie«, und es durfte daher die Psychologie nur von derjenigen Seite ausführlicher behandelt werden, mit welcher sie auf die Physiologie sich bezieht, und für diese Interesse hat. Wenn also Jemand sich veranlaßt fühlen sollte, mir vorzuwerfen, ich hätte dies und das übersehen, so sei er wenigstens so billig, auch zu sagen, was ich dagegen hätte auslassen sollen, um Jenes an die Stelle zu setzen. Denn die Schwierigkeiten, welche ich zu überwinden hatte, bestanden bei der Masse des Stoffes weit weniger in einem Mangel an dem, was ich zu sagen hatte, als vielmehr in den Zweifeln, welche Gegenstände ich weglassen sollte, um solchen, die ich für wichtiger hielt, den Platz nicht wegzunehmen. Dies für die Beurtheilung. Außerdem habe ich noch den Grund anzugeben, warum ich durchaus keine Schriftsteller citirt habe. Die Psychologie und Physiologie, welche hier in innige Verbindung gebracht werden mußten, haben beide eine so ungeheure Literatur, daß, wenn ich einmal angefangen hätte zu citiren, die Consequenz mich zu einem unmäßigen Notenwust genöthigt hätte. Ich zog es also vor, statt Namen und Büchertiteln lieber mehr Stoff zu geben, und citirte daher gar nicht, so sehr mir dadurch auch der Vortheil entgeht, mich durch den äußern Schein der Gelehrsamkeit zu empfehlen. Sachverständige werden sich aber hoffentlich überzeugen, daß die hier gebotene Durcharbeitung des in der Wissenschaft auf-

niger isolirten und unfruchtbaren Stellung herausgetreten ist und sich an die Naturwissenschaften angeschlossen hat; es wird anerkannt, daß sie im Kreise der verwandten Disciplinen endlich den ihr zukommenden Platz behauptet, von dem aus sie mit jenen in einen für beide Theile ersprießlichen Verkehr treten kann. Besonders ist es die Phrenologie, welche in unseren Tagen es sich, wie sie sagt, zur Aufgabe gemacht hat, die Psychologie zur Naturwissenschaft zu bilden, und »organische Psychologie« ist ihr Losungswort. Schon diese von der Wissenschaft eingeschlagene Richtung fordert uns auf, beim Beginne unserer Abhandlung den Standpunkt anzugeben, auf den wir uns gestellt, und das Ziel zu bezeichnen, auf dessen Erreichung nach unserer Ansicht alle Bestrebungen hinzuwirken haben.

Wenn wir vollkommen überzeugt sind, daß die Lehre vom Seelenleben organisch aufgefaßt werden müsse, so verbinden wir doch mit diesen Worten einen von der Betrachtungsweise der Phrenologen verschiedenen Sinn. Diese bezeichnen als Eigenthümlichkeit und Mittelpunkt ihrer Anschauungen die Annahme, daß das Zustandekommen sämmtlicher Seelenthätigkeiten nur möglich sei durch ebenso viele entsprechende körperliche Organe, und zwar Gehirnorgane, und ihr Streben geht im Grunde genommen darauf hinaus, die sinnliche Erkenntniß dieser materiellen Organe (und was mit denselben zusammenhängt) als Mittel zur Ergründung des Seelenlebens des einzelnen Individuums zu benutzen. Eine andere Schule verfolgt einen ähnlichen Weg, nur daß sie die Seelenorgane in etwas weiterer Ausdehnung im ganzen Körper findet, und die einzelnen Körperorgane als räumliche Darstellungen, sinnliche Symbole für die ihnen zu Grunde liegende innerliche Idee ansieht, welche, wenn sie sich bewußt wird, Psyche ist. Wir führen diese Ansichten nicht an, um in eine kritische Würdigung derselben einzugehen, weil uns dies hier viel zu weit führen, und den Raum für den eigentlichen Inhalt unserer Abhandlung beschränken würde, zumal da wir im Verlauf derselben noch öfter auf sie zu sprechen kommen müssen; hier wollen wir durch sie nur das Unterscheidende unserer eigenen Ansicht in ein helleres Licht zu setzen suchen. Auch wir nehmen Seelenorgane an, aber nicht, wie die Phrenologen, außerhalb der Seele, sondern in dieser selbst. Die Seele ist uns nämlich ein Organismus so gut wie der Körper, oder vielmehr beide machen einen Totalorganismus aus, sind ein einziger Organismus, der nur in verschiedenen Richtungen und Erscheinungsweisen aus einander geht. So gut wie der physische Theil des Menschen seine deutlich von einander geschiedenen Systeme und Organe hat, so gut hat sie auch der psychische, nur

---

gespeicherten Stoffes wenigstens auf keiner bloß oberflächlichen Kenntniß desselben beruht. Uebrigens ist die Darstellung in einer Weise gehalten, daß der Kundige ohne viele Mühe unterscheiden wird, was von dem Gegebenen mir, und was Anderen angehört.

Anmerkung der Redaction. Der vorliegende Aufsatz ist seit Jahren zwischen mir und dem Verfasser besprochen und mehrfältig umgearbeitet worden. Ich gebe demselben um so lieber hier eine Stelle, als er sich ergänzend an die Artikel von Lotze und Volkmann anschließt. In einem so höchst schwierigen, der scharfen Anhaltspunkte so wenige zulassenden Gebiete, das gleichwohl so sehr interessant ist, müssen die Angriffe von verschiedenen Seiten gemacht werden. Der Verfasser, ein ehemaliger ausgezeichneter Zuhörer von mir, hat sich viel mit Psychiatrie auch praktisch beschäftigt, entbehrt aber leider einer festen äußern Stellung. Seine anthropologischen Forschungen, so wie seine erste Arbeit über Sinnestäuschungen sind dem Publikum bekannt. Noch bemerke ich, daß Herr Professor Lotze einen fernern kleinen Artikel »Seele« zu geben versprochen hat. R. Wagner.

daß diese letzteren nicht dem äußern sinnlichen Auge, sondern bloß dem innern Auge des Selbstbewußtseins wahrnehmbar sind. Wir kommen hier auf den Begriff der Seele, über den wir uns vor Allem verständigen müssen, ehe von weiteren Untersuchungen die Rede sein kann.

Kein Unterfangen hat das Gedeihen psychologischer Studien mehr gehindert, als die unselige Neigung, metaphysische Deductionen in die empirische Wissenschaft hereinzubringen. Immer noch hören wir, nur unter verschiednerlei Variationen, die alte These: es gebe keine Kraft ohne Materie, die Kraft des Hirns aber sei die Seele, was dann Andere folgerecht dahin erweiterten, es gebe gar keine Seele. Diese Ideen würden uns an und für sich gleichgültig sein können, wenn nur die Verfechter derselben sich nicht einbildeten und der Welt glauben machen wollten, sie seien das Resultat der reinen lautern Erfahrung, und diejenigen, welchen die Seele etwas Essentielles ist, jagten einem luftigen Hirngespinst nach, während doch eben ihre eigenen Voraussetzungen philosophischer Natur oder empirische Hypothesen sind. Daß, wo von Kraft die Rede ist, ein Ding da sein muß, dem die Kraft zugeschrieben wird, versteht sich von selbst, weil Kraft nur der Grund der Erscheinung, des Wirkens ist; wenn aber sodann hinzugesetzt wird, dieses Ding müsse eine materielle Substanz sein, d. h. eine solche, die wir mit unseren Sinnen wahrnehmen können, wenn weiter behauptet wird, es könne nichts existiren, als was Materie sei, so ist doch damit gewiß nichts Anderes gesagt, als dies, daß Alles, was sei, sinnlich wahrnehmbar sei. Man braucht gegen diesen Satz gar nicht erst die nicht in sinnliche Wahrnehmung fallenden, in unserem Selbstbewußtsein vorkommenden Thatsachen aufzuführen, sondern der Satz selbst ist schon völlig hyperphysisch, weil er über die mögliche Erfahrung hinaus etwas bestimmen will. Will er aber in den Grenzen dieser bleiben, und etwa nur sagen: Alles, was für uns sei, was in unserer Erfahrung sein können solle, müsse sinnlich wahrnehmbar sein, so ist hier offenbar ein Cirkel, indem zuerst unter Erfahrung nur sinnliche Erkenntniß verstanden und hieraus dann wieder rückwärts obiger Schluß gezogen wird. Aber ich habe von meinem innersten Ich und seinen Zuständen auch eine Erfahrung, und doch kann weder ich mein Selbstbewußtsein, mein Begriffbilden und mein Gewissen jemals sehen und hören, noch wird es jemals ein Anderer können, wenn ihm auch die genaueste physikalische und chemische Kenntniß meines Gehirns zu Gebote stände, wie sie nur etwa noch zukünftige Jahrhunderte gewähren mögen, und wenn ihm auch möglich wäre, mein lebendes Gehirn zu untersuchen.

So sehr also eine solche Theorie sich den Schein giebt, als ob sie aus dem Boden der Naturforschung entsprossen sei, so ist sie doch im Wesentlichen entweder ein metaphysisches oder ein empirisch einseitiges Vorurtheil, und hemmt, wenn etwas aus ihr abgeleitet wird, die unbefangene Betrachtung nicht minder, als jene anderen, wonach die Seele als etwas Fremdes aus einer andern Welt zum Leibe herüberkommt oder sich diesen selbst baut. Um einen vorurtheilslosen Standpunkt zu gewinnen, und sich nicht vonvornherein in nie zu erledigende Räthsel zu verwirren, darf man nicht nach dem Ursprung, nach der Quelle des psychischen Lebens, nach dem Wesen der Seele fragen, sondern man muß die psychischen Erscheinungen als gegeben betrachten wie die körperlichen. So wenig wir bei diesen nach der Idee fragen, aus deren Verkörperung etwa die Stoffe entstanden sein möchten, so wenig ziemt es uns (nämlich so lange wir nicht den Boden der Philosophie betreten), von den psychischen irgend einen andern Grund ausfindig machen zu wollen, als der in der eigenthümlichen Beschaffenheit ihres erfahrungsmäßigen Auftretens selbst liegt, oder auch Folgen von ihnen zu er=

warten, über deren mögliches Eintreten die Erfahrung niemals Aufschluß geben kann. Eine Definition der Seele kann daher vom empirisch psychologischen Standpunkt aus niemals etwas Anderes sein, als eine Erklärung ihres Erfahrungsbegriffes, eine Angabe desjenigen in unserer Erfahrung sich Vorfindenden, was, zusammengefaßt, von der Sprache mit dem Worte Seele bezeichnet wird. Wir verstehen somit unter der menschlichen Seele den Inbegriff Desjenigen, was im Menschen vorstellt, denkt, fühlt, weiß, will und handelt. Wir können aber auch den Menschen selbst unbedenklich als Begriffssubject setzen, weil das uns seinem Wesen nach unbekannte x, an dem jene Thätigkeiten zum Vorschein kommen, jedenfalls ein Theil des Menschen ist. Denn die Seele ist uns nur eine Sphäre des ganzen Menschenlebens, und da vom Ganzen gelten muß, was vom Theile gilt, so kann man ebenso gut sagen: der Mensch, sofern er denkt, fühlt, u. s. f. ist er Seele. Wie wir aber den Stoff nur an seinen Erscheinungen kennen, so kennen wir auch die Seele aus ihren Wirkungen, nicht ihrer Substanz nach, und für die Betrachtung und Forschung hat es daher gar nichts zu sagen, wenn wir ihre Kräfte, die in ihr liegenden Gründe ihrer Thätigkeiten mit ihr selbst gleichbedeutend nehmen. Das, was wir Seelenkräfte nennen, sind also nicht abstracte Kräfte, wie man wohl zu sagen pflegt, sondern Kräfte eines wirklichen Dinges, eines Menschentheiles, der Seele.

Der Grund aber, warum gerade die oben genannten Thätigkeiten unter der Bezeichnung Seele in einen Complex zusammengefaßt werden, ist ein ihnen allen gemeinschaftlicher Charakter, der nämlich, daß wir von ihrem Dasein nicht durch sinnliche Anschauung, sondern durch das Selbstbewußtsein wissen. Diese Aufnahme der Seelenthätigkeiten in's Selbstbewußtsein ist also nur eine Veranlassung für uns, sie in einen Kreis zusammenzufassen; wenn daher auch dem Thiere das Selbstbewußtsein, als Mittel, sich die Seelenthätigkeiten als solche zu objectiviren, abgeht, so hindert dies nicht anzunehmen, daß dasjenige Denken, Fühlen u. s. f., welches wir auch dem Thiere zuzuschreiben gezwungen sind, auch bei diesem etwas Gemeinsames ausmache, daß also auch das Thier eine Seele habe. Aus demselben Grunde können wir aber direct nur von der menschlichen Seele Erfahrungen machen, weßhalb in obiger Definition auch nur von der Menschenseele gesprochen wurde.

Die Psychologie nun, als die Lehre von der Seele, hat die Aufgabe, sämmtliche Seelenkräfte kennen zu lernen, und die Gesetze ihrer Wirksamkeit zu ermitteln. Sie stellt zu diesem Zwecke die psychischen Vorgänge, wie sie dem Selbstbewußtsein vorkommen, zusammen, bemerkt, worin sie sich gleich, worin sie verschieden sind, und bringt sie hiedurch in eine natürliche Ordnung. Es ergiebt sich hiebei, daß die einzelnen Seelenäußerungen mannichfache Verschmelzungen und Zusammenwirkungen gewisser einfacher Grundkräfte sind, und daß sie hinwiederum unter sich selbst einander in ihrer Wirksamkeit und in ihrem Bestande gegenseitig voraussetzen und bedingen, daß sie also organisch gegliedert sind und organisch wirken. Dadurch stellt sich denn zugleich eine Analogie mit den Verhältnissen des physischen Lebens heraus, welche wir, um die Bedeutung einer organischen Psychologie klarer zu machen, in gedrängten Zügen skizziren wollen.

So wie das physische Leben in eine bestimmte Mannichfaltigkeit von Organen aus einander geht, so das psychische in die verschiedenen und zahlreichen Arten von Seelenvermögen, die wir unter dem Namen der mannichfaltigen besonderen Sinne, Fähigkeiten, Anlagen, Gemüthsarten, Triebe, Neigungen, Denk- und Handlungsweisen kennen. Diese, von denen die einzelnen in der Erfahrung vorkommenden Seelenthätigkeiten die Aeußerungen sind, sind also

die eigentlichen Seelenorgane, und ihr Unterschied von den körperlichen Organen besteht nur darin, daß bei ihnen nur die Function zum Bewußtsein kommt, das Substrat aber sich der Beobachtung entzieht, während bei diesen die Materie in die Augen fällt, ihre Wirksamkeit hingegen uns nicht direct, sondern sehr mittelbar zum Bewußtsein kommt, und oft kaum durch mühsame Forschung ermittelt werden kann. So verschieden aber die Organe des Leibes einerseits von einander sind, so müssen sie doch, als Glieder eines Organismus, auch wieder durch ein ihnen allen Gemeinsames unter einander verbunden sein, und dieses gemeinschaftliche Band besteht in den Systemen, die durch den ganzen Leib herrschen. Die Systeme, indem sie verschiedenerlei Verbindungen, durch die sie selbst wieder verschiedene Modificationen erleiden, mit einander eingehen, constituiren die einzelnen Organe, in welchen das eigenthümliche Zusammenwirken der gerade in diesem Verhältniß zusammentreffenden Kräfte der verschiedenen Systeme gerade dieses Product, diese Function hervorruft, ähnlich wie das Zusammentreffen derselben chemischen Grundstoffe je nach deren gegenseitigem, oft höchst unbedeutend variirenden, Verhältniß die verschiedensten Producte zu Wege bringt. Dasselbe findet Statt bei den Seelenthätigkeiten. Die psychologische Untersuchung findet, daß jede der zahlreichen einzelnen Seelenthätigkeiten auf dem gleichzeitigen Zusammenwirken mehrer Grundkräfte beruht, welche in jeder einzelnen entweder alle oder zum Theil immer wiederkehren. Solche Grundkräfte sind das Bewußtsein, das Erkenntnißvermögen, das Gefühls-, das Strebungsvermögen; aus der Art ihrer gegenseitigen Ausbildung, Proportion und Combination entstehen sodann die specielleren Seelenvermögen. Wie aber im Leiblichen ein System selbst wieder aus Theilen besteht, oder wie das Wesentliche eines Systems sich unter verschiedenen Formen darstellt, so lassen sich auch an den Grundkräften der Seele verschiedene Richtungen und Formen nachweisen. Das Gefäßsystem z. B. erscheint als Arterie, Vene, Haar- und Lymphgefäß, das Nervensystem als sensitives, motorisches und trophisches, dann hinwiederum als peripherisches, als Ganglion und als allgemeines Nervencentrum. Ebenso erscheinen die psychischen Grundkräfte auf verschiedenen Stufen, z. B. das Erkenntnißvermögen als Vorstellungsvermögen, als Verstand und als Vernunft. Wie aber ein bestimmtes Organ, z. B. das Herz, sich zusammensetzt aus Gefäß, Muskel, Zellgeweb und Nerven, so entstehen aus der Combination der verschiedenen Formen der Grundkräfte die einzelnen weiteren Seelenvermögen, z. B. aus dem Fühlen und Erkennen der Glaube (oder zunächst nur das Glaubensvermögen aus dem Vermögen des Fühlens und Erkennens), Gemüth aus Gefühl und Willen u. s. f.

So sehen wir denn auch in der Seele sich eine vollständige organische Gliederung gestalten. Wie es nun die Aufgabe der Naturlehre ist, die Vielfältigkeit der Erscheinung auf das Einfache zurückzuführen, die Mannichfaltigkeit der Stoffe auf wenige, die besonderen Kräfte auf allgemeine zu reduciren, und sodann aus dem Allgemeinen und Einfachen wieder das Zustandekommen des Einzelnen und Mannichfaltigen einzusehen, so hat auch die Psychologie den Zweck, für die complicirten Seelenthätigkeiten die Grundkräfte aufzusuchen, und darzuthun, wie aus diesen wieder jene in der Art, wie sie in der Erfahrung gegeben sind, zu Stande kommen. Die gesammte Psychologie in diesem Sinne und Umfange zu bearbeiten, ist zwar das Ziel der Wissenschaft, kann aber nicht im Zwecke eines Artikels liegen, welcher nur einen Bestandtheil eines physiologischen Handwörterbuches bildet. Hier kann nur diejenige Seite der Psychologie in Betracht kommen, welche in einer nähern Beziehung zur Physiologie steht. Daher haben wir uns als Ziel hauptsächlich nur gesetzt die Erörterung

der Seelenkräfte in ihren Beziehungen zu den leiblichen Functionen. Wir unterlassen aus diesem Grunde alles unnöthige weitere Eingehen in nicht hieher gehörige Abschnitte der Psychologie, und versuchen auch nicht einmal eine schematische Gliederung aller Seelenvermögen, da eine solche ohne den dazu gehörigen Nachweis zwecklos wäre, dieser selbst aber, wenn er hinlänglich ausführlich sein sollte, den uns hier gesteckten Raum allein schon weit überschreiten würde. Wir können uns deßhalb auch nicht weitläufig über die Annahme besonderer Seelenvermögen rechtfertigen, obgleich wir wohl wissen, wie sehr diese von manchen Seiten her angegriffen wird. Uns scheint es eine Uebereilung zu sein, und dem wahren Charakter bedächtiger Forschung nicht zu entsprechen, wenn man jetzt schon alle Seelenthätigkeiten aus einer einzigen ableiten, und z. B. das Fühlen und Streben nur für eine Modification oder eine Beziehung des Vorstellens ausgeben will. Es kommt uns dies gerade so vor, als wenn man bei der Physiologie der Sinne damit anfangen wollte, keinen Unterschied zwischen Hören, Sehen, Riechen u. s. f. mehr zu statuiren, weil am Ende doch alles nur Nerven- oder Hirnaffection sei. Mag man hiebei auch den Sinnesnerven specifische Energien absprechen, ihren betreffenden Hirnorganen muß man sie zuletzt doch zusprechen, und das Hören wird nimmermehr zu einer Modification des Sehens werden. So sehr man sich daber auch bemüht hat, eine Identität zwischen den Seelenthätigkeiten herauszuklügeln, und das Gefühl oder das Wollen zu einem bloßen Gedanken zu machen, es ist nie gelungen; denn ich mag eine Vorstellung auf mein Ich oder auf eine Bewegung beziehen, wie ich will, so habe ich immer nichts gethan als eine Vorstellung auf etwas bezogen und weiß immer noch nicht, warum aus der Vorstellung bloß durch dieses Beziehen etwas Anderes werden soll; als ein solches Andere dringt sich aber das Gefühl dem Bewußtsein unwiderstehlich auf. Auffallend ist es übrigens, wie dieselben Psychologen, denen das Wollen bloßes Denken ist, doch eine besondere willkürliche Aufmerksamkeit annehmen, welche beliebig die Gedanken festhalten kann, da doch dieses Aufmerken sicherlich nichts als ein Wollen ist, also bei specieller Aufmerksamkeit auf einen Gedanken nach jener Theorie ein Gedanke den andern festhalten und beherrschen müßte, wodurch aber das Aufmerken selbst wieder verloren geht. Doch wir halten uns zu lange im Allgemeinen auf; es wird sich später noch hie und da Gelegenheit geben, auf diese Fragen zurückzukommen, und wir gehen daher einstweilen weiter.

Vor Allem handelt es sich darum, den Anknüpfungspunkt zu finden, welcher die Psychologie mit der Physiologie verbinden soll, und damit auch den eigentlichen Gegenstand unserer Untersuchung festzustellen. Die Idee der organischen Psychologie in der angeregten Weise wird uns auch hier auf unserem Wege leuchten. Wenn es wahr ist, daß der Mensch nach Leib und Seele ein Totalorganismus ist, in welchem psychische und physische Functionen ein innig mit einander verschmolzenes Ganze bilden, wenn ferner die Idee eines Organismus durch einzelne Organe verwirklicht wird, in welchen allgemeine Systeme und Kräfte in eigenthümlicher Weise zusammen wirken, so dürfen in dem menschlichen Totalorganismus nicht allein psychische Grundkräfte mit psychischen und physische mit physischen, sondern es müssen auch psychische mit physischen sich zu einer gemeinschaftlichen Wirksamkeit verbinden; es muß somit psychisch-physische Organe geben. Solche sind, um nur einige zu nennen, alle Sinne, die Sprache, das Geschlechtsleben, wo die Seele mit einer ihrer Kräfte sich mit den physischen Werkzeugen zu einem Ganzen verbindet, wie das Nervensystem sich mit einem Nerven in ein Organ hineinsenkt. Wie aber das Gefäßsystem nur durch die Capillaren, und das Nervensystem nur durch seine peri-

pherischen Nerven mit dem Parenchym der Organe in Verbindung steht, so ist zu erwarten, daß auch die Seele nur mit einer gewissen Sphäre ihrer Kräfte die leiblichen Organe berührt. Ich gebe zu, daß diese Analogie an sich noch nichts beweis't, aber ich will von Seite derer, welche sämmtliche Seelenkräfte in unmittelbare Beziehung zum Leiblichen setzen, einstweilen nichts weiter eingeräumt haben, als daß wenigstens ein Theil der Seelenkräfte unmittelbar mit körperlichen Organen zusammenhängt, was auf jeden Fall zugestanden werden muß, da, was von allen gilt, nothwendig auch von einigen gelten muß. Den Beweis aber, daß nicht alle Seelenkräfte unmittelbar mit physischen Organen in Verbindung stehen, werde ich im Abschnitt »von den übrigen Seelenvermögen« führen. Einstweilen nehme ich als zugestanden an, daß diejenigen Seelenthätigkeiten, welchen eine leibliche Thätigkeit immer und unzweifelhaft entweder unmittelbar vorhergeht oder nachfolgt, jedenfalls auch diejenigen sind, welche mit dem physischen Leben in unmittelbarem Zusammenhang und Wechselwirkung stehen. Die Seelenkräfte, von denen dies unbestreitbar gilt, sind aber das Vermögen des sämmtlichen Bewußtseins (schlechtweg auch sinnliches Bewußtsein genannt), das Vorstellungsvermögen, das des sinnlichen Gefühls, und ein Bewegungsprincip, das wir Trieb oder Bewegungsdrang nennen. Diese sind es, welche wir sowohl für sich als in ihrer Beziehung zum Leiblichen einer Untersuchung unterwerfen wollen. Sind wir mit ihnen fertig, so haben wir freie Hand, uns auch nach den übrigen umzusehen.

Da wir in der nachfolgenden Untersuchung bei den Beziehungen der genannten Seelenkräfte zu den leiblichen Organen von der Ansicht ausgehen, daß diese Beziehungen vermittelst des Nervensystems geschehen, und daher auch dieses vorzüglich in's Auge fassen, so könnte man wohl hier schon nach unserer Berechtigung hiezu fragen, und verlangen, daß wir die allgemeinen Gründe für die psychische Bedeutung des Nervensystems schon hier gleich aufführen. Wir halten dies jedoch für unnöthig. Was nämlich die allgemeinen Beweise betrifft, so können wir auf Volkmann's Artikel: »Gehirn« verweisen, wo dieselben vollständig entwickelt sind, und wobei wir nur zu erwähnen haben, daß so ziemlich dieselben Gründe für die psychischen Beziehungen des Nervensystems überhaupt sprechen. Ueberdies werden in den folgenden Abschnitten diese Beweise in ihrer Anwendung auf einzelne Theile des Gehirns speciell durchgenommen, so daß es überflüssig und nur Wiederholung wäre, sie hier besonders zusammenzustellen; aus gleichen Gründen versparen wir auch die Darlegung unserer Ansichten über Rückenmark und Ganglien auf später. Dagegen müssen wir doch, wenn auch kurz, einer Ansicht erwähnen, welche die alleinige Berechtigung des Nervensystems zur Vermittlung der Seelenkräfte mit den Leibesorganen leugnet, und diesen selbst eine directe Beziehung zu jenen eingeräumt wissen will. Daß das Denken kein anderes physisches Organ habe als das Gehirn, stellt man zwar nicht in Abrede; aber in Bezug auf Fühlen und Wollen behauptet man, daß die Seele die Substanz der betreffenden Leibesorgane unmittelbar in Thätigkeit versetze, und daß die Nerven dabei nur mitwirkten. Wir wissen aber (in Organismen nämlich, wo Nerven deutlich nachgewiesen sind) von keiner psychischen Wirkung auf Organe, wobei nicht immer Nerventhätigkeit nothwendig wäre, und sind nicht im Stande, eine Erfahrung aufzuzeigen, wo jene ohne diese stattfände. Da nun zugleich positiv erwiesen ist, daß dieselben und ähnliche Veränderungen in den Organen, welche in Folge von Seelenthätigkeiten vor sich gehen, auch durch bloße, in Folge anderer Reize entstandene, Nerventhätigkeit bewirkt werden, so kann wohl nichts klarer sein, als daß die Einwir-

kung der Seele auf das Physische nur durch die Nerventhätigkeit vermittelt werde. Wenn nun vielleicht auch noch bezweifelt werden mag, ob die Seele dabei zunächst bloß auf die Nervenursprünge wirke, so lehren die Erfahrungen doch wenigstens das unbestreitbar, daß zur Hervorbringung einer vollständigen Wirkung der Nerv sammt dem Centrum, aus dem er entspringt, in völliger Integrität sein und mit jenem zusammenhängen muß, so daß kein Grund da ist, anzunehmen, der Seelenreiz wirke auf irgend einem andern Punct auf den Nerven ein. — Wir beginnen nun unsre specielleren Untersuchungen.

Sinnliches Bewußtsein.

Das Bewußtsein ist als die Urbedingung alles unseres Denkens und Erkennens, als Etwas, was, wir mögen abstrahiren so viel wir wollen, immer als Rest bleibt, etwas so Unergründliches und in seiner innersten Natur nicht weiter Ergreifbares, daß wir es für völlig unmöglich halten, eine genügende, sein Wesen erschöpfende Definition davon zu geben. Alle Definitionen desselben, ohne Ausnahme, sind entweder zu eng oder zu weit, oder sie drehen sich im Cirkel herum, und setzen etwas voraus, dessen Verständniß selbst erst wieder durch das Bewußtsein möglich wird. Das Bewußtsein ist die Grundlage und der Quell aller Psychologie, und kann daher, wenn man sich nicht einer völligen Täuschung überlassen will, von nichts Anderem abgeleitet und auf nichts Anderes zurückgeführt werden. Man muß es als einfache, sich in jedem Menschen vorfindende Thatsache annehmen, und Alles, was man thun kann, um sich einem Andern verständlich zu machen, daß man gerade diesen Vorgang in seinem Innern mit dem Worte Bewußtsein bezeichne, ist, die Umstände anzugeben, unter welchen es auftritt, und sie auf die möglichst einfachen Verhältnisse zurückzuführen. So können wir sagen, das Bewußtsein entstehe, oder die Seele werde sich etwas bewußt, wenn sie, indem sie von einem Zustande in den andern übergeht, sich als Beharrliches findet, wenn sie somit an sich eine Veränderung unterscheidet. Zum Bewußtwerden ist immer erforderlich, daß in der Seele eine Veränderung vorgegangen sei, und, insofern sie sich diesem ihrem veränderten Zustand gegenüber setzt, wird sie sich dessen bewußt. Wir beschreiben hiedurch also nur den Vorgang beim Bewußtwerden, können aber nicht sagen, was dieses an sich sei.

So vielfach nun diese Veränderungen sein können, in so vielfacher Weise kann sich auch die Seele bewußt werden, und die Verschiedenheit der Objecte gäbe somit eine ebenso große Verschiedenheit der Arten des Bewußtseins. Man kann dieselben jedoch auf folgende zurückführen: 1) Bewußtsein einer vom Körper aus in der Seele gewirkten Veränderung oder einer leiblichen Affection der Seele, *sinnliches Bewußtsein*. Dieses geht lediglich auf eine passive Bestimmung der Seele, einen Eindruck auf sie; die Seele wird sich hier nur des Uebergangs von einem leiblichen Zustande zum andern bewußt. 2) Eine Stufe höher steht das Bewußtsein der eigentlichen, von innen heraus entstehenden, Seelenthätigkeit; sobald dieses zu dem vorigen hinzukommt, unterscheidet die Seele ihren thätigen Zustand von ihrem leidenden. Da sie auf dieser Stufe äußere Einwirkungen selbstthätig nach immanenten Gesetzen verarbeitet und in ihre Formen schlägt, so wird ihr alles Einwirkende, aller Inhalt der Empfindung und Vorstellung (auch wenn es der eigene Körper ist) Object und kommt als Gegenstand zum Bewußtsein, daher der Name dieser Gattung *gegenständliches* oder *Weltbewußtsein*. 3) Wenn endlich die Seelen-

thätigkeiten rein nur als solche, abgesehen von ihrem Inhalte und äußeren sie bestimmenden Ursachen, bewußt werden, so nennt man dies Selbstbewußtsein. Hier wird sich die Seele ihrer selbst bewußt, sie weiß nicht mehr bloß, daß oder von was sie afficirt wird, sondern auch, daß sie, die Seele es ist, die afficirt wird, d. h. daß es psychische Thätigkeiten sind, die hier wirken. Sie unterscheidet sich hiedurch selbst vom Leib, und macht, als Ich, die Seelenthätigkeiten zu ihrem Object.

Es war nöthig, diese verschiedenen Arten des Bewußtseins zu erläutern, um das, was unter dem sinnlichen, von dem wir hier handeln wollen, zu verstehen ist, recht in's Licht zu setzen. Dieses Bewußtsein meint man, wenn man im gewöhnlichen Leben von Bewußtlosigkeit und z. B. bei einer Ohnmacht von Verlust des Bewußtseins spricht. Wir finden in der Erfahrung von demselben Folgendes begründet.

1. Die nächste erregende Ursache des Bewußtseins ist eine körperliche Affection. Nicht einer Seelenthätigkeit selbst schon werden wir uns durch dasselbe bewußt, sondern lediglich eines Eindruckes auf die Seele von physischer Seite. Man irrt daher, wenn man zur Erregung desselben eine Vorstellung für nöthig hält. Denn das Vorstellen (selbst beim Wahrnehmen) ist schon keine leidende Affection mehr, sondern eine spontane Thätigkeit der Seele, und wenn Vorstellungen zum Bewußtsein kommen, so ist dies schon jene zweite Stufe desselben, das gegenständliche. Das sinnliche Bewußtsein kann aber schon stattfinden bei bloßen Empfindungen, wo noch keine Vorstellungen dabei sind. Geht ein Gesichtsobject zu schnell vor unseren Augen vorüber, als daß wir es erkennen könnten, so sind wir uns zwar bewußt, etwas empfunden zu haben, aber eine Vorstellung haben wir nicht. Es kann sogar ein hell leuchtendes Object unsere Augen getroffen haben, wir können uns dessen bewußt sein, unser Vorstellungsvermögen war aber, weil es mit anderen Dingen erfüllt war, nicht im Stande, dasselbe aufzunehmen, und es können daher Blendungs- und Nachbilder davon im Auge zurückbleiben, ohne daß wir vom Object selbst eine Vorstellung gewonnen hätten. Wir können in Folge eines plötzlichen Schalles schreckhaft vom Schlaf aufwachen, ohne uns Rechenschaft geben zu können, was wir gehört haben; wir wissen bloß, daß wir gehört haben. Es ist somit sinnliches Bewußtsein möglich ohne Vorstellung.

2. Die zur Erregung des sinnlichen Bewußtseins nöthige körperliche Affection hat aber nicht nothwendig Bewußtsein zur Folge. Wir berühren hier die Streitfrage, ob Empfindung Bewußtsein voraussetze oder ohne dasselbe möglich sei. Unsere Ansicht hierüber ist folgende. Wir wissen von der Empfindung bloß insofern, als unsere Seele afficirt ist, und können den besondern Vorgang im Nerven oder dessen Centralorgan, welcher Veranlassung ist, daß dieses geschieht, mit nichts Anderem bezeichnen, als mit dessen eigenthümtlicher Energie. Sobald wir also von Empfindung sprechen, haben wir implicite schon ausgesprochen, daß mit der Nerventhätigkeit zugleich auch die Seele afficirt sei. Eine andre Frage ist aber die, ob auch jede Empfindung bewußt werden müsse. Die Erfahrungen über die Reflexbewegungen bei durchschnittenem oder vom Gehirn getrenntem Rückenmarke beweisen zwar bloß, daß die Nerventhätigkeit ohne Bewußtsein möglich ist, aber an und für sich noch nicht, daß dabei bewußtlose Empfindung stattfinden könne; dasselbe gilt von jenen Anästhesien, wo Berührung nicht gefühlt wird (das Fühlen nicht zum Bewußtsein kommt), aber zuckende Bewegungen erregt. Wir müssen aher nach anderen Beweisen suchen. Es ist hergestellt, daß unsere Sinne niemals ruhen, sondern fortwährend in ihrer Energie thätig sind. Man hat dies

zwar aus dem Grunde bezweifelt, weil eine Thätigkeit für sich nicht denkbar sei, sondern immer einen Reiz voraussetze; man wird aber kaum leugnen können, daß nicht wenigstens das Blut und der Stoffwechsel einen solchen stetig ausübe. Dieser fortwährenden Thätigkeit werden wir uns aber, so lange sie nicht von außen eine Abänderung erleidet, nicht bewußt. Zum Bewußtsein kommt daher nur eine Veränderung in der Sinnesthätigkeit, und das Bewußtwerden verlangt somit stets eine Mannichfaltigkeit, eine Abwechslung der Zustände. Gesetzt also, es umgebe uns unser ganzes Leben hindurch nichts als oben und unten und von allen Seiten blauer Himmel, und unser Körper wäre zugleich so gebaut, daß kein Theil von ihm in unser Auge fallen könnte, wir auch die Augen niemals schließen könnten, so würden wir uns des blauen Himmels gar niemals bewußt werden, wir würden uns überhaupt keiner Gesichtsempfindung bewußt werden. Und so findet denn auch die oft besprochene Thatsache, daß Müller das Mühlklappern nicht hören, aber sogleich es merken, sobald die Mühle steht, ihre Erklärung. Für den Müller ist nämlich das Klappern der Mühle ebenso eine gewohnte Affection des Gehörsinns, als uns das Nichthören desselben; daher ist es immer die gleiche Veränderung, er mag die Mühle nicht mehr hören, oder wir mögen sie beim Eintritt zum erstenmal hören; in beiden Fällen kommt die Veränderung in der Thätigkeit des Hörnerven zum Bewußtsein. Daß nun beim Müller das Klappern der Mühle wirklich eine Empfindung hervorbringe, und nicht etwa schlechthin den Hörnerven afficire, erhellt aus Folgendem. Wir haben gesehen, daß man sich nichts bewußt werden könne, als was schon Empfindung ist, was schon einen Eindruck in die Seele gemacht hat, ferner, daß Bewußtsein nur möglich ist, wo eine Veränderung vor sich geht, wo also zwei Empfindungen auf einander folgen. Nun wird der Müller wirklich im Augenblick des Stillstehens sich nicht nur dieses, sondern auch des vorhergegangenen Klapperns bewußt; es ist daher nicht nur die durch das Stillestehen bedingte Art von Sinnesthätigkeit eine Empfindung, sondern es muß dies auch schon die von dem Mühlklappern verursachte gewesen sein. Das Geräusch auf den Straßen in großen Städten stört uns anfangs im Schlafe, aber nach und nach werden wir es gewohnt. Nun hört der daran Gewöhnte zwar den bedeutenden Straßenlärm nicht, wohl aber vielleicht das Rascheln einer Maus im Zimmer; hier ist offenbar, daß nicht die Affection des Hörnerven durch das letztere die Hauptsache ist, denn der Straßenlärm afficirt denselben weit stärker, und man müßte fragen, warum nicht schon dieser längst gehört worden ist; sondern es ist lediglich das Ungewohnte, der Wechsel in der Empfindung, was das Bewußtwerden des Raschelns veranlaßt, und zugleich beweis't, daß auch schon der Lärm eine Empfindung, obgleich eine bewußtlose, habe bewirken müssen. Aehnlich ist es, daß, wenn wir im Wagen schlafend fahren, wir sogleich erwachen, wenn derselbe stille steht. Ja es ist im Grunde mit allen unseren Empfindungen so. Wir haben unser ganzes Leben hindurch von allen unseren Nerven Empfindungen; so lange dieselben aber in gleicher Weise fortgehen, kommen sie uns nicht zum Bewußtsein, sondern erst, wenn irgend eine Veränderung in ihnen vorgeht. Dies ist wohl ein Hauptgrund der merkwürdigen Erscheinung, daß wir von vielen Organen unseres Leibes erst eine Empfindung haben, wenn dieselben krank geworden sind. Aehnlich verhält es sich mit der Empfindung des Hungers. Wir fühlen unsern Magen nicht in seinem gewöhnlichen Zustande, sondern nur in dem ungewöhnlichen (entweder einer Krankheit oder) des Hungers und der Ueberfüllung. Es ist hier kein Grund, anzunehmen, daß die Magennerven in ihrer gewöhnlichen mittlern Verdauungsthätigkeit keine Empfindung verursachen sollten; vielmehr muß eine

solche schon deßhalb vor der ungewöhnlichen da gewesen sein, weil der Mensch sich einer speciellen Empfindung nur bewußt werden kann, indem er sie von einer andern unterscheidet.

3. Bewußtlosigkeit. Der Mangel des Bewußtseins oder vielmehr der Fähigkeit dazu ist der für die Medicin wichtigste Punkt in der Lehre von demselben. Eine Unfähigkeit eines Individuums, sich etwas bewußt zu werden, kann eine universale oder partielle sein. Die partielle ist die, bei welcher nur dieses oder jenes Aeußere nicht bewußt wird, während das Bewußtsein für Anderes bleibt, wie z. B. bei Anästhesie einzelner Nerven, wo sie mit Empfindungslosigkeit zusammen fallen kann. In allen Fällen ferner, wo wir sehr vertieft sind, d. h. wo unser Bewußtsein schon von inneren Hirnbildern sehr ausgefüllt ist, werden wir nicht sehr stark einwirkende neue Affectionen nicht oder nur gering inne werden. Die allgemeine Bewußtlosigkeit (welche wir im Folgenden schlechthin Bewußtlosigkeit nennen) kann aus verschiedenen Ursachen entstehen, welche entweder in der Außenwelt, oder in den Nervenorganen oder in der Seele des Individuums liegen. Die Außenwelt kann nur durch positive Einwirkung Bewußtlosigkeit herbeiführen, denn eine Bewußtlosigkeit, die allenfalls durch einen völligen Mangel äußerer Einwirkungen entstände, ist undenkbar, weil der Mensch diesen sein ganzes Leben lang ununterbrochen ausgesetzt ist. Wenn aber ein Aeußeres durch positive, qualitative oder quantitative Einwirkung Bewußtlosigkeit erregt, so kann dieses doch auch nur durch die Nervenorgane geschehen, entweder direct oder indirect von der Seele aus. Es bleiben uns also nur diese beiden letzteren zur Betrachtung übrig. Doch können wir, um Wiederholungen zu vermeiden, hier Manches nur kurz berühren, was in anderen Abschnitten ausführlicher besprochen wird. Psychische Ursachen der Bewußtlosigkeit sind manche Gemüthsbewegungen, am meisten der Schrecken, sowohl freudiger als unangenehmer, sodann vielleicht die Ekstase, von der es übrigens noch zweifelhaft sein dürfte, ob bei ihr allgemeine oder nur partiale Bewußtlosigkeit stattfindet — von jenen und von dieser wird an einer spätern Stelle weitläufiger gehandelt. Zahlreicher sind die physischen einen Verlust des Bewußtseins bewirkenden Momente. Zunächst schließt sich hier an der Schwindel, da derselbe sowohl durch Vorstellungen, als auch durch physische entweder idiopathische oder consensuelle Hirnkrankheiten verursacht werden kann. Der Schwindel endigt in seinem höchsten Grade immer mit Bewußtlosigkeit, und ist eigentlich nur ein dieser vorangehendes Symptom verschiedener Zustände, welches wir in dem letzten Abschnitte bei den sympathischen Seelenstörungen nochmals besprechen werden. Die gewöhnlichste Ursache der Bewußtlosigkeit ist der Schlaf. Da wir uns über ihn in dem Abschnitte von dem Nachtleben der Seele aussprechen werden, so genüge hier Folgendes. Die Bewußtlosigkeit im Schlafe ist keine complete, wenigstens im gewöhnlichen gesunden Schlaf nicht so bedeutend, als in krankhaften Gehirnzuständen, und je nach der Tiefe oder Leisheit des Schlafes wird das Bewußtsein leichter oder schwerer wieder erregt. Während in jenen, so lange sie in gleicher Stärke dauern, die Bewußtseinsfähigkeit gänzlich erloschen ist, ist sie im Schlafe wie jede andere Seelenthätigkeit nur auf ein Minimum, das verschiedene Grade haben kann, herabgesunken. Ebenso sind die Nerven im Schlaf nicht völlig unthätig, sondern nur auf jenes Minimum ihrer ursprünglichen subjectiven Thätigkeit reducirt, dessen wir uns, da es schon von unserer Geburt an stattfindet, nicht mehr bewußt werden. Wir werden uns daher im Schlaf keiner Empfindungen bewußt, lediglich deßhalb, weil der Zustand der Seele und der Nervenor-

gane im Schlaf einen Wechsel, eine Veränderung in den Empfindungen verhindert. Ob aber überhaupt, auch abgesehen von den Empfindungen, eine Fähigkeit des Bewußtwerdens im Schlaf vor dem Eintritt einer Veränderung in denselben stattfinden könne, wird sich wohl nie gewiß ausmachen lassen, da wir bloß vom wirklichen Bewußtwerden erfahrungsmäßig wissen können, dieses aber immer nur gleichzeitig mit jenem Wechsel eintritt. — Wenn der Schlaf durch krankhafte Zustände herbeigeführt ist, so ist die Bewußtlosigkeit in der Regel eine tiefere, mit Ausnahme des Nachtwandelns, worüber beim Traum mehr gesprochen werden soll. — Das Bewußtsein geht ferner manchmal verloren durch übermäßige Reizung eines Sinnesnerven, wobei es natürlich darauf ankommt, ob das Individuum eine stärkere oder schwächere Gehirn- und Nervenconstitution habe. Durch solche heftige Licht- und Schalleindrücke, Gerüche und Gefühlsempfindungen (nur bei dem Geschmack kommt dergleichen nicht vor) wird eine Ueberreizung und in Folge dessen momentane Lähmung desjenigen Hirnorgans bewirkt, das zu dem Bewußtsein in nächster Beziehung steht. Man hat zwar auch behauptet, die Gefühlsnerven ständen in dieser Hinsicht in keinem so nahen Verhältniß zum Bewußtsein als die höheren Sinnesnerven, indem die heftigsten Neuralgien der ersteren, z. B. der Gesichtsschmerz, nicht auf das Bewußtsein wirkten, während dieses wohl bei Neuralgien der letzteren der Fall sei. Allein erstens giebt es allerdings Fälle, wo Gefühlsneuralgien Ohnmachten bewirken, und die Chirurgen wissen wohl von der Bewußtlosigkeit zu erzählen, die bei Operationen, wenn sie auch nicht mit Blutverlust verbunden sind, bloß in Folge des anhaltenden Schmerzes eintritt; zweitens sind die Neuralgien der höheren Sinnesnerven bei weitem häufiger centraler Natur, als die der Gefühlsnerven, so daß bei ihnen meist schon eine Abnormität des Gehirns selbst zu Grunde liegt, welche die Wirkung der Neuralgie erleichtert. — Mit Bewußtseinsverlust sind endlich verbunden krankhafte Gehirnzustände, wie: der krankhafte Schlaf, die idiopathische Schlafsucht, Ohnmacht, Epilepsie, Gehirnerschütterungen, Blutüberfüllung sowohl als plötzliche Entleerung des Gehirnes von Blut, welche sämmtlich lähmend auf die Gehirnfaser wirken, dadurch das Empfinden und mit diesem das sinnliche Bewußtsein unmöglich machen. Dinge, die plötzlich auf das Gehirn drücken, wie fremde Körper und Extravasate haben meistens Betäubung zur Folge; es kehrt oft sogleich Kopfschmerz, d. h. Bewußtsein, zurück, sobald jene entfernt sind. Wenn aber der Druck nur nach und nach zugenommen hat, so daß sich das Gehirn daran gewöhnen konnte, kann das Bewußtsein dabei bestehen. Wenn man einen Schwamm der harten Hirnhaut, der die Schädelknochen durchbrochen hat, durch Druck in die Schädelhöhle zurückbringt, so hört der Kopfschmerz auf, und es erfolgt Betäubung.

4) Was nun die nächsten Beziehungen des Bewußtseins zu einem physischen Organ betrifft, so ist es so ungemein schwierig, dieselben festzustellen, daß ich das, was ich hier darüber auszusprechen wage, einstweilen, und bis die Zukunft weitere Aufhellungen giebt, für nichts Anderes als eine Hypothese will angesehen wissen, die mir eben von allen hier möglichen Hypothesen die wahrscheinlichste ist. Es reicht schon hin, wenn sie mehr erklärt als andere, und wenn sie neue Aussichten zum Nachdenken und Forschen eröffnet. Die bisher angeführten Thatsachen weisen unbestreitbar darauf hin, daß das Bewußtsein im Gehirn zu Stande komme. Aber auch Empfindung, Vorstellung, Gefühl u. s. f. geht durch's Gehirn vor sich, und die Behauptung, daß das Bewußtsein deßhalb gleichen Sitz mit dem Vor-

stellen haben müsse, weil das Bewußtsein nur die lebhafteste Vorstellung sei, fällt schon darum weg, weil dasselbe auch ohne Vorstellung möglich ist. So viel ist indeß gewiß, daß Erregungen der peripherischen Nerven nicht bewußt werden, wenn der Zusammenhang der Nerven mit dem Gehirn aufgehoben ist. Nun ist aus unseren Untersuchungen klar geworden, daß Empfindung ohne Bewußtsein möglich ist, und es folgt hieraus, daß Empfindung auch möglich sein muß, wo der Zusammenhang mit dem fraglichen Centrum im Gehirn aufgehoben ist, also auch im Rückenmark unter dem Schnitt; denn das Einzige, was man bisher gegen die Empfindung im Rückenmark eingewendet hat, ist eben bloß dies, daß dieselbe nicht bewußt würde, während sonst kein Grund vorhanden ist, demselben bei seiner mehr und mehr anerkannten Selbstständigkeit einen directen Verkehr mit der Seele abzusprechen, wovon später noch mehr die Rede sein soll. Es entsteht nun die Frage, wie es zugehe, daß auf diese Art auch ohne Zusammenhang mit dem allgemeinen Mittelpunkt wechselnde Empfindungen statthaben können, ohne daß sich die Seele derselben bewußt wird. Wir haben nun zwar eine Veränderung in den Empfindungen zum Bewußtwerden für nothwendig erklärt, aber keineswegs ist ihr Vorhandensein die einzige Bedingung. Wenn nämlich die Seele nicht schlechtweg eine Zustandsveränderung erleiden, sondern auch das Wechselnde ihrer Zustände gewahr werden soll, so muß sie sich dabei als Beharrliches fühlen; zum sinnlichen Bewußtwerden insbesondere gehört, daß sie sich im Organismus und in Beziehung zu dessen mannichfaltigen Affectionen als beharrliche Einheit fühle und finde. Durch die Mannichfaltigkeit der Empfindungen allein wäre dies aber nicht möglich, wenn nicht der Gegensatz davon, das Gefühl der Einheit, in der Seele wäre, welches allerdings ebenso wenig wie jene für sich das Bewußtsein ausmacht, aber eben durch den Gegensatz zu jenen dieses hervorruft. Es ist aber undenkbar, daß die Seele zu diesem Einheitsgefühl durch sich selbst veranlaßt würde, die Ursache muß also im Organismus liegen. Da nun die Erfahrung lehrt, daß Bewußtsein nur durch das Hirncentrum möglich ist, so wird die eigenthümliche Function, die Energie dieses Hirncentrums die sein, das Einheitsgefühl in der Seele stets zu erhalten und anzuregen. Da aber ferner die Seele dem körperlichen Organismus gegenüber Einheit nur fühlen kann, soferne dieser mannichfaltige Theile hat, so kann das Einheitsgefühl nur aus der Einwirkung sämmtlicher Theile des Gehirns auf das Organ desselben, das Hirncentrum, entstehen, was der Erfahrung zufolge durch die Nerven geschieht. Die das ganze Leben hindurch ununterbrochen thätigen Nerven erwecken nicht nur, wie wir gesehen haben, ununterbrochen specielle Empfindungen, sondern wirken zugleich auch auf ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt im Gehirn und bewirken in demselben die eigenthümliche Energie des Einheitsgefühls, wodurch alle einzelnen Theile, noch abgesehen von specifischer Empfindung, als zu einem Ganzen gehörig gefühlt werden. Dasselbe bezieht sich zwar auf alle Theile, wird aber nicht bewußt, so lange nur ein gleichzeitiges Zusammenwirken aller Nerven, und kein Aufeinanderfolgen, kein Wechsel der Zustände stattfindet. Erst wenn in den einzelnen Nerven eine Veränderung vorgeht, wenn die denselben entsprechenden einzelnen Empfindungen sich ändern, wenn kein Miteinander mehr, sondern ein Nacheinander statthat, wird die Seele zugleich des Einheitsgefühls und der Empfindung bewußt.

Wir haben nun nach einem Organe zu suchen, welches diese physikalischen Erfordernisse darbietet, in welchem also alle Nerven des Organismus

nicht nur, sondern auch alle Centralnervenorgane zusammenstoßen. Wir brauchen hier nicht weitläufig zu demonstriren, daß es bis jetzt noch nicht gelungen ist, auch nur ein einziges palpables Hirnorgan aufzufinden, mit welchem unzweifelhaft alle übrigen gleichmäßig in directe Berührung träten, und bei dessen Lähmung oder Zerstörung immer und allemal vollständige Bewußtlosigkeit eingetreten wäre. Der einzige Platz im Gehirn, an den ohne Widerrede sämmtliche Organe des Gehirns, aus welchen Nerven entspringen, anstoßen, sind die Gehirnhöhlen, welche wir, da sie sämmtlich mit einander zusammenhängen, mit Fug als eine einzige Höhle betrachten können. Wir lassen es hier dahingestellt sein, was im Leben ihr Inhalt sein möge, ob bloß seröse Flüssigkeit oder noch ein anderer Stoff, und begnügen uns, um für unsere Hypothese nicht zu viel Platz wegzunehmen, die hauptsächlichsten Facta anzuführen, welche es sehr wahrscheinlich machen, daß die Hirnhöhlen das Organ sind, das mit dem Bewußtsein im allernächsten Verhältnisse steht [1]). Fremde Körper, Geschwülste, Blut können im Gehirn vorhanden sein, ohne Bewußtlosigkeit zu bewirken; hier ist freilich oft die Gewohnheit im Spiel, aber nicht immer. Denn fremde Körper können verhältnißmäßig kurze Zeit im Gehirn sein, und doch ist dabei das Bewußtsein vorhanden, welches nur beim ersten Eindringen derselben in Folge der damit verbundenen Hirnerschütterung verloren gegangen war, und bei Geschwülsten im Gehirn, die allmälig wachsen, kommt immer ein Zeitpunkt, wo eben doch auf einmal Bewußtlosigkeit eintritt, wo uns also, wenn bloß die Gehirnsubstanz betheiligt sein sollte, das Gewohnheitsgesetz im Stiche läßt. *Die Bewußtlosigkeit tritt in solchen Fällen immer ein, wenn der drückende Körper eine solche Lage und Ausdehnung bekommt, daß er gegen den Mittelpunkt des Gehirns drückt, die Hirnhöhlen preßt.* Falls aber, wenn diese Lage und Ausdehnung länger anhält, auch möglicher Weise sich das Bewußtsein wieder herstellen sollte, so würde dies nichts dagegen, sondern nur das beweisen, daß auch die Hirnhöhlen sich an den Druck gewöhnen können; wir bezweifeln indeß sehr, ob unter solchen Umständen ein Mensch je wieder aus seinem Sopor erwacht. Ganz deutlich beweisen aber unsern Satz die Hämorrhagien des Gehirns. Wenn die Blutergüsse in die Hirnhöhlen selbst oder in die Basis des Gehirns, also in die unmittelbare Nähe derselben geschehen, so ist die Bewußtlosigkeit immer vollkommen, und überall, wo unmittelbar nach Schlaganfällen noch einiges Bewußtsein vorhanden ist, darf man schließen, daß das Extravasat nicht in den Gehirnhöhlen sei. Zwar kann auch ein auf oder in den Hirnlappen sitzendes Extravasat Bewußtlosigkeit bewirken, aber nur wenn dasselbe so bedeutend oder so gelagert ist, daß es mittelbar durch die Gehirnsubstanz einen Druck auf die Hirnhöhlen ausüben kann, während ein Erguß in diese selbst schon bei viel geringerer Quantität dieselbe Wirkung hat. Auch kann es Fälle von Bewußtlosigkeit geben, wo das Extravasat in den Lappen gering, dabei aber allgemeine Blutüberfüllung des Gehirns vorhanden ist; hier geht aber das Bewußtsein bloß deßhalb verloren, weil durch die Oppression der Hirnfaser alle Zuleitung zum Organe desselben unterbro-

---

[1]) Wir glauben, manchen Leser speciell ersuchen zu müssen, bei dem Wort: Hirnhöhlen nicht in Schrecken zu gerathen, als ob alle Gespenster vergangener Zeiten wieder in die Physiologie einzögen. Wir wissen wohl, daß schon Mancher vor uns von ihnen gesprochen hat. Aber man lese nur geduldig fort, und die Angst wird sich wieder legen; auf den nächsten Blättern kommt ohnehin die Rede auf etwas Anderes.

Anm. des Verf.

chen ist. In allen Krankheiten ferner, die mit Wassererguß in die Hirnhöhlen enden, kann man den Beginn des Sopors von der Zeit an rechnen, wo der Wassererguß begonnen hat, und umgewendet. Zwar kann Sopor auch ohne Wassererguß stattfinden, der Wassererguß kann an einer andern Gehirnstelle vorhanden sein und Sopor bewirken, ja es kommen hie und da Fälle vor, wo in einer oder zwei Hirnhöhlen Wasser und doch bis zum Tode kein Sopor eingetreten war. Aber der erste dieser drei Fälle beweis't natürlich schon deßhalb nichts gegen uns, weil Wassererguß eben nur eine Art von Beschädigung der Hirnhöhlen ist; beim zweiten können die Hirnhöhlen nichts desto weniger gedrückt sein, und was den dritten betrifft, so giebt es für jedes Organ solche seltene pathologische Ausnahmen, wo dasselbe trotz höchster Beeinträchtigung doch fungirte, wenn man auch nicht voraussetzen wollte, daß vielleicht das Wasser erst im Act des Sterbens exsudirt sei. Es wird aber keinen einzigen Fall geben, wo sämmtliche Hirnhöhlen voll Wasser waren, und doch kein Sopor stattgefunden hätte. — Bei den Cretinen und geborenen Blödsinnigen findet man mannichfache Abweichungen im Baue der Hirnhöhlen, sie sind zu klein oder zu groß, überwiegend häufiger aber das Erstere, ohne daß diese Kleinheit etwa bloß Folge einer excessiven Größe der sie umlagernden Gebilde wäre, von denen meistens immer einige sogar verkümmert sind. Schläfrigkeit, Unbesinnlichkeit und schweres Auffassen äußerer Eindrücke sind aber charakteristische Symptome aller höheren Grade von Cretinismus und Idiotismus, Symptome, welche von etwas ganz Anderem herzuleiten sind, als von mangelhaften Vorstellungen, aber auch nicht bloß in der Stumpfheit der Sinne begründet sind, da sie notorisch bei scharfem Gesicht und Gehör vorkommen können. — Man hat wohl auch Betäubung und Bewußtlosigkeit unterschieden, und allerdings bezeichnet die Sprache mit Betäubung vorzugsweise diejenige Bewußtlosigkeit, welche durch von außen einwirkende Ursachen herbeigeführt worden ist. Immer aber geht aus dieser Unterscheidung nur so viel hervor, daß Bewußtlosigkeit auf verschiedene Art entstehen könne, was wir vollkommen zugeben. Wir haben schon oben die mancherlei übrigen Ursachen derselben aufgezählt, und fügen hier nur noch Folgendes zur Erläuterung bei. Es können zwar Ursachen Bewußtlosigkeit bewirken, die nicht direct die Gehirnhöhlen treffen, sondern nur die Gehirnsubstanz selbst in einen Zustand der Oppression, der Thätigkeitshemmung versetzen, dergleichen sind Blutüberfüllung der Gefäße, plötzlicher Blutmangel und Hirnerschütterung. Dies beweis't aber nicht, daß hier die Bewußtlosigkeit direct von der Hirnsubstanz ausgegangen sei, sondern nur, daß die Thätigkeit der Hirn- und Nervenfaser gelähmt und somit die Leitung sämmtlicher Nerven-Affectionen zum Organe des Bewußtseins unterbrochen und verhindert ist. Die Bewußtlosigkeit tritt also hier bloß ein, weil die Empfindung unmöglich geworden ist. Wie ist aber jene zu erklären, die nach Neuralgien und heftigen Sinneseindrücken entsteht? Durch einen solchen Schmerz kann doch nicht urplötzlich die ganze Hirnmasse erlahmen? und sie müßte es, weil die Bewußtlosigkeit eine allgemeine ist. Offenbar muß hier die Lähmung ein besonderes Organ treffen, welches auch für alle übrigen Nerven das Bewußtwerden der Empfindung vermittelt, für alle das Centrum ist und eben deßhalb schon aus anatomischen Gründen kein anderes sein kann, als die Hirnhöhlen.

Wir besorgen nicht, daß man uns heut zu Tage noch einwerfe, die Hirnhöhlen seien zu gar nichts da, als höchstens die beiden Hirnhälften auseinander zu halten und ihr Zusammenwachsen zu verhüten — als wenn sie nicht

trotz der Hirnhöhlen zusammenhingen! Das Bauchfell, das Brustfell mögen für ihre betreffenden Höhlen solchen Nutzen gewähren, aber entspricht denn diesen die Hirnhöhle und nicht vielmehr die Kopfhöhle. Wo weicht ein anderes Leibesorgan in sich selbst so auseinander, daß es eine Höhle umschließt, die keinen andern Zweck hätte, als eben das Organ hohl zu machen? Die vergleichende Anatomie weis't freilich bei den wirbellosen Thieren keinen höhligen Bau der Centralnervenorgane nach; diese selbst sind aber von denen der Wirbelthiere so verschieden, daß derselbe Zweck hier vielleicht auf ganz verschiedene Weise erreicht wird. Und wissen wir denn von dem Seelenleben selbst der Insecten so viel, daß wir mit Bestimmtheit behaupten könnten, ihre Empfindungen seien bewußte, und ihre Instincthandlungen setzten Bewußtsein voraus?

Ueber den muthmaßlichen Inhalt der Hirnhöhlen wollen wir uns, wie gesagt, nicht weiter verbreiten, obwohl er auf jeden Fall etwas Räumliches, Physisches sein muß. Ist unsere Hypothese richtig, so gestaltet sich unsere Ansicht so. Die peripherischen Nerven erregen fortwährend sowohl die Gehirnorgane und das Rückenmark als auch den Inhalt der Hirnhöhlen; in jenen bewirken sie die verschiedenen eigenthümlichen Empfindungen, in diesen das Einheitsgefühl der Seele. So lange jeder einzelne Nerv in einförmiger Art gleichzeitig mit dem andern einwirkt, entsteht nichts als das Einheitsgefühl in Bezug auf alle Nerven, d. h. auf den Gesammtorganismus; sobald aber ein Wechsel der Nerventhätigkeit, ein Wechsel der Empfindungen erfolgt, entsteht aus diesem und dem Einheitsgefühl das Bewußtsein. Wenn daher nach Unterbrechung des Zusammenhanges der Nerven mit den Hirnhöhlen keine Empfindung bewußt wird, so ist der Grund lediglich der, daß die Seele von dieser Seite her kein Einheitsgefühl und der Theil, von dem der Nerv kommt, für sie keine Existenz mehr hat, weßhalb sie auch einer Empfindung von dorther sich nicht mehr bewußt werden kann.

Vorstellungsvermögen.

Ist die Seele vermittelst des sinnlichen Bewußtseins angeregt, so erfolgt eine innere Nöthigung, das äußere Afficirende zu ihrem innern Eigenthum zu machen, d. h. sich aus dem anfangs nur allgemeinen Eindruck eine Vorstellung zu bilden. Die Vorstellung ist somit schon etwas Psychisches, und wir müssen deßhalb sie sehr wohl von etwas Anderem unterscheiden, welches gewöhnlich mit ihr verbunden ist, aber noch dem Physischen angehört, nämlich von dem, was Manche innere Empfindung nennen, was man aber besser mit dem Worte Hirnbild bezeichnet. Jeder auf einen peripherischen Sinnesnerven angebrachte Reiz muß nämlich eine Thätigkeit in demjenigen Gehirn- oder Rückenmarkstheil hervorrufen, welchem der Nerv angehört. Indem wir hier das Rückenmark anführen, müssen wir sogleich bemerken, daß uns dasselbe nicht als bloße Durchgangsbahn der Nerven gilt, sondern wegen seiner immanenten Primitivnervenfasern, seiner grauen Substanz und seiner Reflexbewegungen entschieden als ein Centrum erscheint, in dem selbstständig vom Gehirn etwas vorgehen und welches daher von seinen peripherischen Nerven eigenthümliche Eindrücke erhalten kann und muß, wobei es keineswegs nöthig ist, zweierlei Gefühlsnervenfasern zu unterscheiden, wovon die einen zum Gehirn gingen und die anderen im Rückenmarke blieben, so daß etwa jenen bloß die Erzeugung bewußter Empfindung und diesen die der Reflexbewegung obläge. So wenig irgend ein genügender Beweis da-

für da ist, daß dieselbe Muskelbewegung, wenn sie eine reflectirte ist, durch eine andere Faser bewirkt werde, als wenn sie willkürlich geschieht, so wenig ist dies auch von den Empfindungen wahrscheinlich.

Statt dieser gezwungenen hypothetischen Annahme, welche anatomisch durch nichts gerechtfertigt wird, ist es doch viel einfacher anzunehmen, daß die sensibeln Fasern bei ihrem Durchgange durch's Rückenmark zu den immanenten Fasern und den Ganglienkugeln desselben in irgend ein Verhältniß treten, in welchem sie auf dieselben einwirken können. Wie dem auch sei, es muß zugestanden werden, daß das Rückenmark ebenso gut wie das Gehirn einen Eindruck von Gefühlsnerven erhalte, und darauf in seiner besondern Art thätig sei. Für diese Thätigkeit des Gehirns und Rückenmarkes einen adäquaten Ausdruck zu finden ist höchst schwierig, denn das Wort Empfindung bezeichnet schon den in Folge derselben eingetretenen Seelenzustand. Beim Sehsinn nennt man das unmittelbar nach dem Sehen in dem Hirnorgane Nachwirkende das Nachbild, weßhalb man wohl auch überhaupt das durch die Thätigkeit des Sehnerven in dem Hirnorgan erzeugte Wirken ein Bild nennen kann. Zwar versteht man unter Bild eigentlich ein schon Gewirktes, aber beim Gehirn fallen Thätigkeit und Product zusammen, sein Product ist seine Thätigkeit und seine Thätigkeit sein Product. Der Name Hirnbild kann daher mit dem auf die Thätigkeit des Sehnerven erfolgenden Wirken des Gehirns gleich genommen werden. Freilich haben wir dadurch einstweilen bloß ein Wort für eine Sache; wir wollen aber auch nichts Anderes, weil wir, jetzt wenigstens, jede Untersuchung darüber, wie denn eigentlich das Gehirn hierbei wirke und wie man sich diese Thätigkeit etwa vorzustellen habe, für vergeblich halten.

Mit demselben Rechte nun, mit welchem die Sprache so manche ihrer Begriffsbezeichnungen aus Vorstellungen des Gesichtssinns hernimmt (wir erinnern nur an das Wort Anschauung), können wir das Wort Bild vom Sehsinn auch auf die anderen Sinne übertragen, und auch die von dem Hör-, Riech-, Schmeck- und Fühlsinn gemachten Eindrücke und angeregten Wirkungen mit dem Worte Hirnbilder bezeichnen, ohne hiebei befürchten zu dürfen, mißverstanden zu werden; und haben dabei nur dies besonders hervorzuheben, daß wir unter diesem Ausdrucke der Kürze wegen stets auch die im Rückenmarke zu Stande kommenden inneren Gefühlsbilder mit verstehen.

Die Hirnbilder muß man nun unterscheiden in von außen und von innen erzeugte. Jene sind die in Folge äußerer Sinneseindrücke entstehenden. Sie sind nicht bloß gleichzeitig mit diesen vorhanden, sondern erhalten sich oft noch kurze Zeit, nachdem der äußere Reiz aufgehört hat einzuwirken, und heißen dann Nachbilder. Diese Nachbilder sind nicht etwa bloß im Nerven, denn, wenn sie gleich nur einige Tertien dauern, so werden sie doch auch ebenso lang empfunden, müssen also nothwendig auch im Gehirn stattfinden. Die von innen erzeugten Hirnbilder entstehen bloß durch Erinnerung und sind immer schwächer als die ersteren. (Die sog. excentrischen Sinnesempfindungen kann man nicht hieher rechnen, sondern sie gehören dem Wesen nach zu den von außen erzeugten, weil der erregende Reiz doch immer auf den Nerven einwirkt, gleichviel auf welchem Punkte, und für das entsprechende Gehirnorgan die Affection immer eine äußerliche ist, mag die betreffende Nervenfaser an ihrem centralen oder peripherischen Ende gereizt worden sein.) Den Unterschied zwischen den inneren und äußeren Hirnbildern kann man sich leicht an folgendem Beispiele versinnlichen. Man schaue z. B. eine Rose scharf an, und schließe hernach schnell die Augen, mit dem festen

Vorsatze, augenblicklich gar nichts zu denken, so wird bei geschlossenen Augen das Bild der Rose noch ungefähr eine halbe Secunde in völlig gleicher Stärke und Vollständigkeit im Auge schweben, sodann aber plötzlich verschwinden und das Sehfeld dunkel werden. Hat man aber dabei den Gedanken, man wolle sich die Rose nach dem Schließen der Augen wieder vorstellen, so kommt ein ganz anderes, viel schwächeres, matteres und unbestimmteres Bild zum Vorschein, welches man aber beliebig längere Zeit festhalten kann. Noch deutlicher ist vielleicht der Unterschied zwischen beiderlei Bildern in folgendem Versuche. Man sehe etwas an, z. B. ein Haus, schließe darauf die Augen, und reibe sie stark, bis subjective Sinnesempfindungen entstehen, während man sich innerlich fortwährend das gesehene Haus vorstellt. Hier wird man sich des Unterschiedes zwischen dem Bilde des letztern und den durch erstere erzeugten Strahlen, Blumen u. s. f. in Bezug auf Lebhaftigkeit und Bestimmtheit deutlich bewußt werden. Daß auch die Blendungsbilder zu den äußeren Bildern gehören, versteht sich von selbst. — Bei den übrigen Sinnen findet dasselbe Verhältniß Statt; dieselben Bilder können im Centralorgane von außen und innen, nur mit verschiedener Stärke entstehen (man kann Töne äußerlich und innerlich hören u. s. f.), aber es ist bei ihnen nicht so leicht, beliebige Versuche anzustellen, weil wir uns hier nicht ebenso schnell von dem äußern Reize willkürlich abschließen können. Doch hat man auch außerdem häufig genug im Leben Gelegenheit, dieselben zufällig an sich zu beobachten.

Nun erst können wir weiter gehen zu der Vorstellung selbst. Mit der Vorstellung treten wir in's psychische Gebiet. Hier ist kein Bild mehr, die Vorstellung können wir ebenso wenig sehen, als den Begriff und die Idee. Sie ist ein dynamischer, unsichtbarer Act der Seele. Dieses wird am besten an solchen Fällen erläutert, in welchen das wirklich Angeschaute und die daraus erzeugte Vorstellung verschieden sind. Wir sehen z. B. in einer Wolke einen Hund. Dieser Hund ist jedenfalls mehr als bloße Empfindung, denn diese giebt uns bloß den Eindruck grauer Farbe in gewisser Ausdehnung. Er ist aber auch kein Begriff und keine Vernunftidee, und kann daher nichts Anderes sein als eine Vorstellung. Wir stellen uns die Wolke als einen Hund vor, wir schlagen sie in die Form der uns innerlich vorschwebenden allgemeinen Hundesgestalt. Ein solcher allgemeiner Umriß muß also schon in uns vorhanden sein, und da er nicht schon in der Empfindung liegt, sondern erst von uns selbstthätig hinzugedacht wird, wobei an dem Materiellen des Wolkenbildes nichts verändert wird, so kann er in nichts Anderem bestehen, als in einem Wirken der Seele. Die Seele mußte schon wenigstens einmal denselben Umriß gebildet, innerlich gezeichnet, den Raum in solcher bestimmten Weise begrenzt haben, um es hier wieder thun zu können, sie mußte diese Handlung schon einmal an dem Empfindungsbilde eines wirklichen Hundes vollzogen haben. Dasselbe gilt nun aber auch von der Anschauung jedes wirklichen Hundes, sofern er als Hund vorgestellt wird; immer muß ich meinen innern Umriß, mein allgemeines Schema (dies ist der passendste Ausdruck) auf das besondere Empfindungsbild anwenden. Und so kommt man endlich zurück auf die Entstehung des ersten Schema, das allen späteren Vorstellungen zu Grunde liegt. Die Vorstellung des ersten Hundes giebt dem Kinde das Schema für alle ähnlichen Anschauungen; in dieser ersten Vorstellung muß also die Seele schon jene von der Empfindung verschiedene Thätigkeit ausgeübt haben, welche sie später so oft wiederholt. Es muß daher in ihr selbst etwas sein, was vor aller Empfindung schon da ist,

und diese ihre ursprüngliche Thätigkeit kann in unserem Falle nichts Anderes sein, als das innere Gestalten, das Begrenzen des Raumes. Der Raum ist die a priori vorhandene Form der sinnlichen Anschauung, in der zwar an sich das Begrenztsein nicht liegt (denn der Raum ist unendlich), sofern aber diese Form auf die Empfindung, das an und für sich schon Beschränkte und Endliche, angewendet wird, so kann nichts Anderes herauskommen, als ein Beschränken, ein Begrenzen des Raumes. Vermöge einer präſtabilirten Harmonie, von der wir uns nun einmal bei Erklärung psychisch physischer Vorgänge nicht losreißen können, wird die Seele durch eine Empfindung bestimmt, die ihr immanente Thätigkeit des Raumbegrenzens in dieser bestimmten Weise anzuwenden. Jede Vorstellung, sofern sie sich auf Gestalt und Ausdehnung bezieht, ist also nur eine besondere Bestimmung der raumbegrenzenden Thätigkeit der Seele, und die Verschiedenheiten der Dinge in jenen Beziehungen sind nur die bewußt gewordenen Verschiedenheiten jener Thätigkeitsbestimmungen.

Aber Gestalt und Ausdehnung machen noch nicht die ganze Gesichtsvorstellung aus (und von dieser sprechen wir doch hier zunächst bloß), sondern auch Farbe und helle oder schwache Beleuchtung. Wir müssen daher aus ähnlichen Gründen, wie bezüglich des Raumes, eine ursprüngliche Thätigkeit der Seele in Bezug auf die Vorstellung von Farben u. dgl. annehmen. Kant hat zwar diese, als bloßen Empfindungsinhalt, nicht als a priori in der Seele vorhanden angenommen, indem er sagt, man könne von allem Inhalt der Empfindung, also auch der Farbe, abstrahiren, Ausdehnung und Gestalt blieben doch immer übrig; allein erstens ist es in der Vorstellung niemals vollkommen möglich, sich die Farbe ganz wegzudenken; sofern es aber möglich ist, kann ich ebenso gut von Ausdehnung und Gestalt abstrahiren und bloß die Vorstellung der Farbe übrig behalten. Wenn ich z. B. ein viereckiges reifes Kornfeld sehe, so kann ich, von allem Uebrigen absehend, mir dasselbe nur (oder eigentlich hauptsächlich nur) als viereckig denken; ich kann aber auch von der Gestalt absehen, und es mir als gelb vorstellen. Wäre in uns nicht schon die Qualität des Leuchtens, so könnten wir nie dazu kommen, uns etwas Leuchtendes, Farbiges vorzustellen; das Leuchten kann aber nicht bloß im Nerven sein, denn auch aus subjectiven Sinnesempfindungen bilden wir noch Vorstellungen; also etwas von jenen Verschiedenes. Mit demselben Rechte als man sagt: »wär' nicht das Auge sonnenhaft« — müssen wir auch sagen: »wär' nicht die Seele sonnenhaft, wie könnten wir das Licht erblicken?« Die Qualität des Lichtes ist also unserer Seele immanent; wie wir aber die Form des Raumes nur anwenden können, indem wir ihn beschränken, wie uns in der Erfahrung nur Gestalten und Ausdehnungen vorkommen, während wir zu dem Begriffe des Raumes nur erst sehr spät durch Nachdenken gelangen, so können wir das innere Lichtschema auf die Empfindung nur anwenden durch Beschränkung, unter der Qualität der Farben und der Stärkegrade derselben, ihrer Helle und Dunkelheit. Ein Gegenstand ohne Farbe existirt für unsere Gesichtsvorstellung nicht; so lange wir durch ganz helles, reines Glas einen hinter ihm befindlichen farbigen Gegenstand, z. B. ein Gemälde, vollkommen überschauen, ist für uns das Glas nicht da, so daß wir uns wohl täuschen und glauben können, wir sähen das Gemälde unmittelbar; wir sehen das Glas erst, wenn wir eine andere Stellung gegen dasselbe einnehmen, in der es uns spiegelnde weiße, blaue, grünliche Flächen darbietet, durch welche wir Theile des Gemäldes nicht mehr sehen können. Dasselbe ist es mit dem

Wasser. Man muß dabei nur nicht glauben, wir könnten sehr helles Licht sehen ohne Farbe; dies ist nicht möglich, wir können Licht nicht anders sehen, als farbig, und was man gewöhnlich schlechtweg Licht zu nennen pflegt, ist nichts Anderes als intensiv weißfarbiges Licht. Wir wissen überhaupt erfahrungsmäßig nichts von einem Licht an sich außer uns, sondern nur von leuchtenden Dingen. Wenn der vom Prisma gebrochene Sonnenstrahl ein siebenfarbiges Bild giebt, so heißt das nur so viel, daß derselbe Sonnenstrahl, der das eine Mal weiß leuchtet, unter anderen Umständen roth, blau u. s. f. leuchtet; nicht das absolute Licht, sondern der leuchtende Sonnenstrahl wird zerlegt, gebrochen, modificirt oder wie man es nennen will. Wir können finden, daß Dinge, denen wir die Eigenschaft des Leuchtens zuschreiben, auch allerlei physikalische und chemische Wirkungen ausüben, wir können die Umstände angeben und unter Gesetze bringen, unter denen wir sie so und so leuchtend sehen, aber die Qualität des Leuchtens haben sie stets nur für uns, nur in uns ist das Lichtsehen, das Farbensehen. So wenig es je gelingen wird, den Raum außer uns an sich darzustellen, weil wir nicht anders vorstellen können, als in der Form des Raumes, so wenig wird man je herausbringen, was das Licht an sich außer uns sei, weil wir nicht anders sehen können, als in der Qualität des Lichtes. Man wird nun wohl sagen, dieses Selbstleuchten sei Sache des Nerven, aber wir wissen von dieser specifischen Thätigkeit des Nerven und seines Hirnorgans nur, insofern unsere Seele afficirt ist. Sie ist aber nicht schlechthin afficirt, sondern in dieser bestimmten Art; sie muß also nothwendig in sich selbst die Qualität des Lichtempfindens und Lichtvorstellens haben.

Die Gesichtsvorstellung ist nun also ein Anwenden der in uns liegenden Urformen und Urqualitäten der sinnlichen Anschauung auf die Gesichtsempfindung. Wir selbst sind es, die die Vorstellung machen; es wird uns nicht bloß etwas vorgestellt, sondern wir stellen es, durch die Empfindung angeregt, uns selbst vor, es ist die schaffende Kraft der Seele selbst, die hier wirkt. Die Vorstellungen sind daher keine todte von außen der Seele eingedrückte Bilder, sondern Entgegenwirkungen der Seele aus den Quellen ihrer eigenthümlichen ursprünglichen Kräfte. Gestalt, Ausdehnung, Farbe sind angeborene Vorstellungsschemata der Seele, durch welche alle wirkliche Gesichtsvorstellung möglich wird. Damit sie aber für unser Bewußtsein Realität erlangen, müssen sie von der Seele angewandt, in Wirksamkeit gesetzt werden, was nicht anders als an dem Materiale der Empfindung geschehen kann.

Jede vollständige Gesichtsvorstellung ist eine Verbindung von Farbenvorstellung mit der Vorstellung der Gestalt und Ausdehnung, und wir sind somit in ihr in mehrfacher Weise thätig. Nun ist aber eins ihrer wesentlichen Merkmale, und was sie besonders als psychischen Act charakterisirt, dies, daß wir von den Bestandtheilen der Gesammtvorstellung beliebig einen, also die Größe oder Gestalt oder Farbe oder Helle, oder auch einige zugleich ausfallen lassen, und nur einen oder einige ausbilden können. Wenn ich auf diese Weise von den übrigen Theilen der Vorstellung möglichst absehe und mich nur auf einen einzigen beschränke, dabei aber festhalte, daß er nur ein Theil jener Gesammtvorstellung ist, so stelle ich mir den betreffenden Gegenstand unter dem Schema dieser Theilvorstellung vor. Wenn ich mir z. B. einen Wald denke, und, von seiner Größe und sonstigen Eigenschaften abstrahirend, ihn mir nur als grün vorstelle, so habe ich ihn unter dem Schema der grünen Farbe vorgestellt. So können die verschiedensten Farben, Grö-

ßen, Gestalten zu empirischen Schematen werden, unter welchen ich die Gegenstände vorstelle. Insofern nun mehre Gegenstände unter demselben Schema vorgestellt werden können, sind sie einander ähnlich. Die Aehnlichkeit der Gegenstände beruht daher darauf, daß, bei Verschiedenheit der Gesammtvorstellungen von ihnen, doch eine Identität der Vorstellungsthätigkeit in Bezug auf einzelne Theile derselben stattfindet. Nehmen wir, um zum Anfang der Untersuchung zurückzukehren, das Beispiel von der Wolke, die ich mir als Hund vorstelle. Sehe ich hiebei bloß auf die Gestalt der Wolke, so denke ich mir sie unter dem bestimmten Schema dieser Gestalt, das ich innerlich verzeichne. Meine Thätigkeit hiebei ist aber nahezu dieselbe, wie wenn ich mir einen wirklichen Hund, aber bloß den allgemeinsten Umrissen seiner Gestalt nach, vorstelle, und aus dieser Verwandtschaft der Thätigkeit resultirt mir sodann die Aehnlichkeit des Gegenstandes.

Wir haben bisher das Vorstellungsvermögen nur an Beispielen des Gesichtssinnes erörtert, weil man hier am verständlichsten werden kann; der Vorgang ist aber bei den übrigen Sinnen derselbe. Wir deuten ihn deßhalb auch nur kurz an. Das Klingen und Tönen sind Grundschemata des Gehörvorstellens, wie es Raum und Licht für die Sehvorstellung sind. Der Klang entspricht der Form, und seine Stärke der Ausdehnung, die Töne entsprechen den Farben. Man kann äußerlich Schallwellen, Saitenschwingungen, Klangfiguren nachweisen, kann darthun, daß von den Schallwellen der Hörnerv afficirt wird, aber mit diesem Allem haben wir den Ton und den Klang noch nicht, dieser ist nur in uns, in unserer Seele. Und gerade beim Gehör wird dies noch auffallend dadurch bewiesen, daß eine Harmonie der Töne und eine Melodie nirgends in der unbelebten Natur vorkommen, sondern daß sie stets nur von der Kunst veranstaltet werden müssen. Das Riechen und Schmecken ist ebenfalls nichts Anderes, als eine Anwendung der in der Seele vorhandenen Qualitäten des Riechens und Schmeckens auf die besonderen deßfallsigen Empfindungen. Daß die Seele riecht und schmeckt, kann nur Dem sonderbar scheinen, welcher mit so wunderlichen Vorurtheilen an die Sache geht, daß ihm Riechen und Schmecken als etwas Gemeines, der sublimen Seele Unwürdiges, vorkommt. Wenn man aber dergleichen der Seele nicht zumuthen will, dann gebe man nur getrost jede weitere Bestrebung in der Psychologie auf; denn dann ist man schon auf dem falschen Wege, auf dem noch nie etwas Erkleckliches gefunden worden ist, auf dem nämlich, sich die Seele als abstracte Denkkraft vorzustellen. Was endlich die Gefühlsvorstellung betrifft, so ist wahrscheinlich, daß ihre Grundschemata die der Wärme und Kälte, des Widerstandes und der Nachgiebigkeit sind (welche letzteren aber wohl mehr schon auch auf dem Muskelgefühl beruhen), aus deren Combination die zahlreichen einzelnen zusammengesetzten Gefühlsvorstellungen des Druckes, der Härte und Weichheit, der Rauhheit, des Kitzels u. s. f. erfolgen, auf was Alles wir uns aber hier nicht weiter einlassen können.

Dies wäre denn, was wir im Allgemeinen vom Vorstellen darzuthun hatten. Wenn wir nun auch dasselbe von der bloßen Hirnthätigkeit und der durch dieselbe unmittelbar erzeugten Empfindung unterschieden haben, so sind sie doch in der Wirklichkeit nicht getrennt. Es ist keine vollständige Vorstellung möglich ohne Empfindung, und nur an der Empfindung, sei diese eine innere oder äußere, bildet sich die Vorstellung aus. Zwar veranlaßt eine Vorstellung auch immer wieder eine andere, aber zunächst immer nur im Keim. Jede Vorstellung kann durch einen ihrer Bestandtheile, der zum

Schema wird, die Neigung zur Reproduction anderer schon einmal unter demselben Schema befindlich gewesener Vorstellungen hervorrufen. Die Seele sucht denselben Vorgang, den sie schon einmal durchgemacht, zu wiederholen, und die Einzelvorstellung des Anlaß gebenden Schema wieder zur Totalvorstellung auszubilden. Soll dies aber möglich werden, soll das Schema nicht leer bleiben, so muß es auch wieder, wie früher, auf Empfindungen angewendet werden, und es muß sich somit zwar nicht der äußere Reiz auf den Nerven, aber doch die innere Gehirnthätigkeit, das Hirnbild wiederholen. So lange dies nicht geschieht, bleibt die hervorzurufende Vorstellung nur in potentia, im Keim, in der Möglichkeit. Das Streben der Seele, die Vorstellung wieder in sich auszubilden, ruft daher auch die entsprechende Gehirnthätigkeit, wenn auch in schwächerem Grade, wieder hervor. Wir haben hier also eine Art Kreislauf, aus dem Empfinden wird das Vorstellen, das Vorstellen erweckt aber selbst wieder Empfinden, damit es sich aus diesem und an diesem wieder entwickeln könne. Daher muß bei jeder Vorstellung das Gehirn mitwirken. Wie man sich aber diese Mitwirkung des Gehirns vorzustellen habe, was eigentlich Gehirnthätigkeit und Hirnbild sei, das ist der schwierige und vielleicht nie lösliche Punkt in der Frage. Denn sobald wir einmal im Gebiete des Psychischen sind, ist die Sache schon viel leichter. Die Empfindung ist nichts als die durch das innere oder äußere Hirnbild bewirkte Affection der Seele und Anregung derselben, in der bestimmten Form und Qualität thätig zu sein, und daß sie gerade in dieser Weise und in der Richtung auf diese bestimmte Thätigkeitsweise afficirt wird, ist eben ein in der Einrichtung unserer Natur begründetes Gesetz, das wir als factisch bestehend annehmen müssen und das uns auch bis auf Weiteres völlig genügen kann. Von der Gehirnthätigkeit (nämlich sofern sie das Vorstellen mit bedingt, denn von ihrer Wirkung auf die übrigen Leibesorgane ist hier nicht die Rede) wissen wir nicht einmal, was sie ist. Wir heben diese Schwierigkeit absichtlich hervor, damit man nicht glaube, wir hielten durch unsere Darstellung die verwickelte Sache für erledigt, aber auch damit man sich deutlich bewußt werde, auf was Alles man bei der Erklärung des Vorstellens Rücksicht zu nehmen habe, und damit man sich nicht ferner begnüge, die Vorstellung schlechtweg für die eigenthümliche Thätigkeit des Gehirns zu erklären, ein Ausdruck, mit dem man sich in der That die Sache nur vom Halse geschoben und alles weitere Forschen abgeschnitten hat.

Wir wollen nun das bisher Dargestellte weiter auszuführen und die Gesetze des Vorstellungsvermögens näher darzulegen suchen. Wir betrachten daher:

1. Die Erzeugung der Vorstellung aus der Sinnesempfindung.
2. Die Association der Vorstellungen.
3. Das Verhältniß der Vorstellungen zu den Hirnbildern.
4. Den Einfluß des Gehirnzustandes auf die Vorstellungen.

1. Die Erzeugung der Vorstellung aus der Sinnesempfindung.

Den Vorgang hiebei haben wir oben schon im Allgemeinen erläutert; daher hier nur noch folgende besondere Gesetze:

I. Jedem Sinn entspricht seine besondere Vorstellungsweise. Die Vorstellung der Gestalt und der Farbe wird nur durch den Gesichtssinn, die

Vorstellung des Klanges und Tones durch den Gehörsinn, die der Geschmäcke und Gerüche nur durch den Geruchs- und Geschmackssinn, und die Vorstellung von Wärme und Kälte, Druck, Kitzel u. s. f. durch den Gefühlssinn möglich. Kein Sinn kann die einem andern eigenthümlichen Vorstellungen erzeugen. Von dieser allgemeinen Regel giebt es jedoch scheinbar einige Ausnahmen, welche wir besprechen müssen.

a) Blinde haben auch Gesichtsvorstellungen, weil deren in ihren Träumen vorkommen. Aber nach sicheren Beobachtungen kommen Träume mit Gesichtsbildern nur bei Solchen vor, die nicht blind geboren sind, und unter solchen Träumenden ist keiner, der, vor dem 5ten Jahre erblindet, die Traumbilder behalten hat. Nur wo nach diesem Alter die Augen verloren gegangen waren, fanden sich später auch noch die Gesichtsvorstellungen im Traume. Daraus folgt, daß zur ursprünglichen Erzeugung von Gesichtsvorstellungen die Integrität des Sehnerven erforderlich ist. Die spätere Erzeugung derselben von innen heraus ist Sache der Reproduction, welche nur die Integrität der Centralorgane verlangt. Bei Blindgeborenen und vor dem vierten Jahre Blindgewordenen kommen Träume selten vor, auch finden sich Blinde, die sich nie erinnern, je geträumt zu haben, und kommen ja Träume vor, so beziehen sie sich vorzugsweise auf Gehörobjecte, oder auf Bewegungen.

b) Blinde können Farben durch das bloße Fühlen unterscheiden. Die hiefür sprechenden Erfahrungen können nicht bezweifelt werden, aber die Frage ist, ob bei diesem Fühlen wirklich die Farbe als solche gefühlt wird. Wenn der Blinde Farben unterscheidet, muß er sich vorher im Fühlen farbiger Stoffe geübt haben, und er lernt sie nur unterscheiden, sofern sie einen verschiedenen Eindruck auf die Gefühlsnerven seiner Finger machen. Nun wissen wir aber von diesem seinem Unterscheiden bloß dadurch, daß er es uns sagt, dieses sei roth, jenes grün u. s. f. Diese Bezeichnungen hat er aber offenbar, wenn er ein Blindgeborner ist, nur dadurch gelernt, daß man sie ihm bei seinen Versuchen öfter gesagt. Er bezeichnet also den besondern Eindruck auf seinen Gefühlssinn mit dem Worte roth, blau, gerade wie er von hart und weich spricht, ohne dabei sich im Mindesten das vorzustellen, was wir Sehende uns bei dem Worte roth und blau vorstellen. Uebrigens wird er sicherlich durch's Fühlen nur solche Farben unterscheiden können, welche Eigenschaft eines materiellen auf den Gegenstand aufgetragenen Farbestoffes sind, und jedenfalls muß man ihm, sobald ihm ein neuer Farbestoff vorkommt, erst sagen, welche Farbe es sei, ehe er sich auf sein Herausfühlen einüben kann.

c) Die Vorstellung der Gestalt und der Größe eines Dinges, sagt man, wird nicht bloß durch den Sehsinn, sondern auch durch andere Sinne, namentlich durch den Geschmacks- und Gefühlssinn vermittelt. Es kommt, um uns zunächst zu letzteren zu wenden, bei dieser Streitigkeit darauf an, festzustellen, ob durch den Gefühlssinn allein die Vorstellung des Außer- und Nebeneinanderliegens einzelner zugleich empfundener Theile gewährt werden kann. Der Gefühlssinn ist der Sinn für mechanische Einwirkungen (denn auch die Wirkung der Wärme ist eine mechanische). Das Organ des Gefühlssinnes, die Haut, unterscheidet sich ferner von den anderen Sinnesorganen durch die große Oberfläche, welche es einnimmt, wodurch es geschieht, daß äußere Gegenstände auf einzelne Theile dieser Oberfläche allein einwirken können, ohne andere zu treffen. Bei dem Sehsinn ist in jeder Empfindung unser ganzes Sehfeld voll, und es ist nur Abstraction, wenn wir einzelne Theile davon speciell als Gesehenes herausheben, ebenso können Gehör und

Geruch immer nur im Ganzen affieirt werden. Beim Gefühl hingegen sind eine große Menge einzelner Empfindungen an verschiedenen Hautstellen möglich, ohne daß zugleich auch die übrige Haut empfinden müßte. Die Haut ist daher zu betrachten als ein Aggregat zahlreicher einzelner Gefühlsorgane, von denen jedes einzeln für sich affieirt werden kann, und die zwar alle die gleiche Empfindungsqualität vermitteln, aber von verschiedener Größe sind. Als ein solches einzelnes Gefühlsorgan kann jede Fläche der Haut angesehen werden, innerhalb deren mehre an verschiedenen Stellen angebrachte Reize, nach Weber'schen Versuchen, nur eine einzige Empfindung erwecken. Wir können diese kleinen einzelnen Hautflächen, der leichtern Verständigung wegen, Gefühlskreise nennen. Was nun die Lage einzelner Gefühlskreise betrifft, so ist klar, daß, da dieselbe immer nur etwas Relatives zu der Lage anderer ist, die Vorstellung der Lage eines einzelnen Gefühlskreises nicht in der denselben beherrschenden Nervenfaser allein schon enthalten sein kann. Die Reizung dieser Nervenfaser kann uns nichts geben als die Gefühlsempfindung; zur Bestimmung der Lage des afficirten Theiles wäre jedenfalls eine Vergleichung mehrer Gefühlsempfindungen nöthig. Aber auch aus der bloßen Vergleichung der Gefühlsempfindungen unter sich resultirt noch nichts über ihre gegenseitige Lage, sondern bloß dies, daß die durch den einen Gefühlskreis vermittelte Empfindung einen andern Eindruck auf das Sensorium macht, als die durch den andern vermittelte, wenn auch sonst beide ganz gleich sind (wie auch ein ganz gleichartiger Ruf jedenfalls einen irgendwie verschiedenen Eindruck auf uns machen würde, je nachdem er bloß das linke oder bloß das rechte Ohr träfe, wenn wir auch noch gar keinen räumlichen Begriff von links und rechts hätten, und noch gar nichts von der Lage unserer Ohren wüßten). Die Vorstellung einer bestimmten empfindenden Körperstelle ist lediglich Folge einer durch Association von Gesichtsvorstellungen oder von zeitlichen Bewegungsvorstellungen mit Gefühlsvorstellungen erworbenen Erfahrung. Wenn nämlich mehre Gefühlskreise zu gleicher Zeit von einem gleichen Reize betroffen werden, so haben wir nichts weiter als eine vielfache Einwirkung. Um zu erfahren, daß diese vielfache Einwirkung auf vielfachen Punkten im Raume stattfinde, müssen wir die Stelle entweder unmittelbar oder durch den Spiegel sehen, oder wir müssen mit unserer Hand die Stelle überfahren, und aus der Vergleichung der von unserer Hand gemessenen Fläche mit unserer Gesichtsvorstellung von der Hand uns eine Vorstellung des Raumes verschaffen. So associiren wir nach und nach die verschiedenen Empfindungen von den einzelnen Gefühlskreisen mit den betreffenden Gesichtsvorstellungen, und verbinden mit einer bestimmten Gefühlsempfindung die Vorstellung des ihr entsprechenden Punktes auf unserer Körperoberfläche. Das Gefühl selbst giebt daher nie Auskunft über den bestimmten Ort einer Empfindung, sondern dies thut immer nur die durch lange Gewohnheit mit ihr eng verbundene Gesichtsvorstellung, so daß wir keinen Theil unseres Körpers fühlen können, ohne ihn uns zugleich durch das Gesicht zu denken. Wenn daher Amputirte das Glied noch am Stumpf zu haben glauben, so haben sie zwar allerdings vollkommen dieselbe Gefühlsempfindung, welche sie hatten, als er noch daran war, weil die einzelne durchschnittene Gefühlsnervenfaser immer noch dieselbe Empfindung giebt, die sie früher gab; daß sie aber diese Empfindung in der Vorstellung dahin interpretiren, es sei ihnen, als wenn das Glied noch daran wäre, kommt eben daher, daß sich mit der Empfindung von jeher die Gesichtsvorstellung desjenigen Theiles des Gliedes verbunden hat, zu welchem der

Nerv ging. Diese Täuschung kann zwar das ganze Leben hindurch anhalten, es giebt aber auch genug Fälle, wo sie verschwindet, und durch die Stärke der neuen Associationen das Fühlen des Stumpfes als Stumpf hergestellt wird. Der Einwurf, daß auch Solche, denen der Mangel einer Extremität angeboren ist, dieselbe vorhanden glauben, trifft unsere Ansicht nicht. Denn die Gefühlsempfindung kann allerdings ganz so sein, als wenn das Glied vollständig wäre, dies beweis't aber nicht, daß damit an und für sich schon die Vorstellung der Localität der Empfindung gegeben sei. Das Individuum ist nämlich, da es allen seinen Gefühlen nach und nach die Vorstellung der Oertlichkeit beilegen lernt, genöthigt, diesen Vorgang auch bei diesen speciellen Empfindungen des Stumpfes zu wiederholen. Nun giebt aber der Stumpf nicht bloß diese, sondern auch seine eigenthümlichen Empfindungen als Stumpf, welche in der Vorstellung richtig an dessen Ende, wie es wirklich ist, versetzt werden; das Individuum hat also für jene anderen Empfindungen keinen Platz mehr am Stumpfe selbst, und kann, da es dieselben doch zu localisiren genöthigt ist, ihnen keine andere Raumvorstellung unterschieben, als diejenige, welche es mit den correspondirenden Empfindungen der vollständigen Extremität zu verbinden pflegt (denn in den fraglichen Fällen war immer nur eine Extremität verstümmelt). Bei der künstlichen Nasenbildung aus der Stirnhaut wird, so lange die Brücke noch vorhanden ist, eine Berührung der neuen Nase zuerst so empfunden, als ob sie noch auf der Stirn säße, nach und nach aber lernt der Operirte, sich bei der Berührung derselben wieder die Nase an ihre Stelle zu denken. Dies kann nur geschehen, indem sich allmälig zu der Empfindung der Berührung die Gesichtsvorstellung der Lage der Nase gesellt, wäre aber nicht möglich, wenn die Gefühlsvorstellung der Stirne dem Nerven der Stirnhaut immanent wäre.

Sind wir also gewiß, daß die Vorstellung der Lage eines afficirten Theiles nicht Sache des Gefühlssinnes ist, so können wir auch schon vermuthen, daß dies ebenso wenig in Bezug auf Ausdehnung und Gestalt der Fall sein wird. Wenn zwei Punkte auf meiner Haut gleichzeitig berührt werden, so weiß ich durch das Gefühl allein noch nichts von ihrer Distanz, sondern ich stelle mir erst die auf die angegebene Weise erfahrene Lage jedes einzelnen in der Gesichtsvorstellung vor, und messe dann die Entfernung der beiden Punkte, indem ich mir die ganze Körperoberfläche denke. Dasselbe ist nun mit der Schätzung der Größe gefühlter Gegenstände der Fall. Lege ich z. B., indem ich die Augen schließe, die Hand auf den Tisch, so bekomme ich allerdings die Vorstellung einer Fläche des Tisches, die so groß ist, als meine Hand, aber nur weil ich die Gefühlsempfindung der hiebei gedrückten Handnerven früher schon öfter mit der Gesichtsvorstellung meiner Hand in Verbindung gebracht habe. Will ich nun die Länge des ganzen Tisches messen, so muß ich meine Hand den ganzen Tisch entlang führen, bis ich an sein Ende komme, und erhalte so vielleicht eine ziemlich adäquate Vorstellung von seiner Länge, aber nur, indem ich in der innerlichen Gesichtsvorstellung die einzelnen handgroßen Stellen zu einem Bilde zusammensetze (wenn ich ruckweise nach Handflächen gemessen habe), oder indem ich die Zeit, die ich zum Hinfahren über den Tisch brauche, mit der Zeit vergleiche, die ich zu solchem Messen mir schon bekannter Ausdehnungen nöthig habe. Auch die Gestalt eines Gegenstandes kann ich nur durch Bewegung fühlen, indem, so lange ich einen Gegenstand nur mit der Fingerspitze oder mit irgend einer kleinsten Fläche der Haut ruhig berühre, ich von ihm

nichts erfahren kann, als seine Wärme und Härte. Ecken, Kanten, Kugelform kann ich nur durch's Weiterführen des Fingers erfahren; aber ich kann mir auch diese Gestalten der Körper nur vorstellen, sofern ich schon weiß, daß der Winkel, in dem ich dabei meine Finger beugen muß, um den Flächen des Körpers nach ihren Richtungen zu folgen, einem bestimmten Aussehen des Gegenstandes entspricht. Aber nur von verhältnißmäßig kleinen und einfachen Gegenständen können wir uns auf diesem Wege eine Vorstellung machen, von größeren und solchen, die eine uns unbekannte oder ziemlich ungewohnte Gestalt haben, werden wir uns immer nur annähernde, wo nicht ganz falsche, Vorstellungen machen, weil hier das während des Fühlens vorzunehmende Combiniren der durch Uebertragung gewonnenen Gesichtsvorstellungen zu einem Totalbilde zu lang, zu schwierig, zu verwickelt wird. Eine scheinbare Ausnahme von den bisher erörterten Vorgängen machen jene Gefühle, welche wir von dem Inneren unseres Körpers bekommen, von dem wir doch noch auf keine Weise eine Gesichtsvorstellung haben. Allein offenbar ist es auch hier nur die Erfahrung, in Folge deren wir schmerzhafte Empfindungen u. dgl. bei Krankheiten in den Bauch, die Brust, den Hals und Kopf setzen. Kranke Kinder, auch wenn sie schon sprechen können, wissen doch, wenn der Schmerz ein innerlicher ist, oft schlechterding nicht zu sagen, wo es ihnen weh thut. Von der Bauch-, Brust- und Kopfhöhle und ihrem Inhalt hat sicherlich Niemand von sich selbst irgend eine Vorstellung, daß sie existiren, er kennt sie nur vom Hörensagen oder von Vergleich an geschlachteten Thieren (versteht sich, wenn er nicht ein Mediciner ist). Empfindungen, welche durch Eingeweide verursacht werden, setzt daher der Kranke nicht in diese selbst, z. B. in die Gedärme, sondern nur in eine Stelle in der Tiefe, welche er sich einer Stelle auf der Bauchhaut correspondirend denkt; er deutet auf letztere, und sagt: da innen thut mir's weh. Dieses Zusammendenken hat er aber nur durch Uebung gewonnen, indem, wenn früher irgendwie ein etwas bedeutender Druck auf die Bauchgegend ausgeübt wurde, er außer dem Gefühl der Berührung der Bauchhaut noch ein anderes hatte, welches er in der Vorstellung natürlich nirgends anders hinsetzen konnte, als an einen in der Richtung des Druckes befindlichen Punkt in der Tiefe. Daß durch solchen mechanischen Druck fast täglich dergleichen innere Bauchempfindungen erzeugt werden, lehrt die Erfahrung; aber auch den Kopf treffen so mancherlei äußere Einwirkungen, wie Druck, Stoß, Schlag, Fall, welche sämmtlich irgendwie auch innere Kopfempfindungen in ihrem Gefolge haben, und die Anleitung geben, die letzteren, wenn sie für sich vorkommen, auf die der äußern entsprechende innere Stelle zu versetzen. Bei den Empfindungen in der Brusthöhle kommt noch hinzu, daß sie fast sämmtlich sich während des Athmens, Hustens, Bückens u. dgl. in irgend einer Art verändern, Bewegungen, von welchen Jeder aus langer Erfahrung weiß, daß sie Sache der Brust sind. Auch von der Mundhöhle haben wir Raumvorstellungen; indeß würde uns ihre Gestalt doch niemals durch das Zungengefühl allein bekannt werden, wenn wir nicht die Gestalt der Zunge, des Gaumens und der Zahnreihen schon durch das Gesicht kennen gelernt hätten, und ihre Ausdehnung lernen wir sicherlich außer durch das Gesicht, durch die Zunge ebenfalls nur auf einem Umwege kennen, und zwar aus den Bewegungen, die sie nöthig hat, um fühlend an den Flächen der Mundhöhle herumzukommen. Der Geschmack aber, um diesen gleich hier mit abzufertigen, gewährt an sich noch viel weniger die Vorstellung der Räumlichkeit, sondern nur mittelbar durch das Gefühl hindurch. Denn offenbar,

wovon sich Jeder augenblicklich überzeugen kann, macht derselbe schmeckende Gegenstand, der erst nur einen kleinen Zungentheil traf, sobald er sich auf eine größere Fläche ausbreitet, für sich selbst nur einen intensiveren Geschmack, und eine Ausbreitung im Raume wird auf den Geschmack ursprünglich nur übertragen, sofern der schmeckende Körper zugleich auf einer gewissen Strecke Gefühl erregt, und mit diesem sich schon früher die Gesichtsvorstellung der Ausdehnung associirt hat. Von einem Schmeckenden, welches die Zunge und den Gaumen nicht räumlich mechanisch afficirt, z. B. von dem durch Galvanismus erzeugten Geschmack gewinnen wir, außer da, wo der Draht die Zunge berührt, durchaus keine Vorstellung von Ausdehnung. Andererseits täuscht uns die Intensität eines Geschmackes häufig genug über die Extension des schmeckenden Gegenstandes. Ein sehr bitterer Stoff in geringster Quantität, z. B. Chinin, zwischen Zunge und Gaumen gebracht und augenblicklich wieder ausgespuckt, hinterläßt unmittelbar nach dem Ausspucken, wo man nicht wohl annehmen kann, daß kleinste Theile desselben mit dem Speichel vermischt bereits an alle Theile der Zunge und des Gaumens gelangt seien, eine Nachempfindung, als ob die Bitterkeit in der ganzen Mundhöhle sei. Hieraus erhellt deutlich, daß die Vorstellung der Ausdehnung nicht eine dem Schmecksinn immanente ist (weil sonst nicht eine größere Strecke als schmeckend vorgestellt werden könnte, als welche wirklich schmeckt), sondern, daß wir der Geschmacksintensität interpretirend als Ursache die Ausdehnung unterschieben, weil uns beide gewöhnlich zusammen vorkommen, und das, was durch seinen Gefühlseindruck uns berichtigen könnte, der schmeckende Körper selbst, nicht mehr da ist.

Diese unsere ganze Theorie vom Gefühl würde freilich zusammenstürzen, wenn auch die Blindgeborenen eine Vorstellung vom Raume hätten. Blinde sprechen zwar von Oertlichkeiten, von Größe und Gestalt der Dinge, allein bei einiger Aufmerksamkeit findet man bald, daß sie davon sprechen, wie von der Farbe, d. h. sie gebrauchen die Worte der Sehenden für ganz andersartige Vorstellungen. Was uns Raum ist, ist bei ihnen bloß Zeit. Wenn der Blinde von der Entfernung eines Gegenstandes spricht, so kann er sich unmöglich die Linie bis zu ihm hin in der Art, wie wir, vorstellen, sondern er denkt sich die Zeit, die er bis zu ihm brauchen, die Menge der Bewegungen, die er nöthig haben würde, um zu ihm zu gelangen. Spricht er von der Größe seiner Handfläche, so ist es die Zeit, die er braucht, um mit der andern Hand die Peripherie derselben zu umschreiben, und spricht er von der Gestalt eines Dinges, so meint er die Bewegungen seiner Finger oder seiner Hand, die er machen muß, um den Contouren desselben fühlend zu folgen. Wenn er sagt, es thue ihm da oder dort weh, so meint er, es schmerzt ihn ein Theil des Körpers, zu welchem mit der Hand zu gelangen er so und so viel Zeit nöthig hat. Dies möge hinreichen, um die Art zu bezeichnen, auf welche die angeblichen Raumvorstellungen der Blinden zu erklären sind. (Etwas Aehnliches kommt übrigens auch bei Sehenden vor. Wenn wir z. B. von Schenkelschmerzen sagen, daß sie von der Hüfte bis zu den Zehen hinabliefen, so ist das offenbar im Grunde eine Zeitvorstellung, die einzelnen Punkte, an denen der Schmerz nach und nach aufgetreten ist, werden aber in der Gesichtsvorstellung in eine Linie zusammengesetzt.)

II. Mit dem Vorigen hängt die Frage zusammen, wie es komme, daß wir die Gegenstände, welche unsere Sinnesempfindungen veranlassen, auch wirklich außer uns setzen? und ob uns dieses Verfahren angeboren oder erworben sei? So viel ist klar, daß das

Außerunssetzen des Empfundenen nicht schon in der Empfindung selbst liegen kann, da wir, um ihr Object außer uns setzen zu können, dieses schon von ihr unterschieden haben, also schon eine Vorstellung von einem Object derselben überhaupt haben müssen, wenn es uns auch noch nicht vollständig bekannt ist. Aber auch im gegenständlichen Bewußtsein liegt nichts als die Unterscheidung des Afficirten vom Afficirenden; bei dem Gefühle z. B. unterscheiden wir uns als Berührte von einem Berührenden. Denn das Gefühl als solches hat die Vorstellung eines Außeruns nicht, das »Außer« ist lediglich eine Gesichtsvorstellung, die wir von Anfang an mit den Gegenständen des Gefühls verbinden. Sie ist aber dem Gesichtssinn keinesweges angeboren. Als Cheselden's operirter Blinder zum erstenmal sah, empfand er eigentlich nur die Thätigkeit seiner Netzhaut; in der Vorstellung unterschied er nun zwar sein Sehen von dem seinen Sehsinn Afficirenden, nannte jedoch dieses Afficiren ein Berühren, weil er sich einstweilen nur in der ihm geläufigen Bezeichnungsweise des Gefühlssinns ausdrücken konnte. Die Vorstellung, daß ein Gegenstand außer ihm sei, kommt dem Sehenden erst nach und nach mit der Vorstellung der Entfernungen; wir können uns in der Gesichtsvorstellung nichts außer uns denken, was wir nicht zugleich mehr oder weniger entfernt (von unserem Auge nämlich) dächten. Der Vorstellung der Entfernung eines Gegenstandes legen wir nämlich, wovon noch später die Rede sein wird, außer der schon gekannten oder muthmaßlichen Größe desselben und seiner Beleuchtung, die gekannte oder erschlossene Ausdehnung der Gegenstände zu Grunde, welche den Raum zwischen seiner Lage im Sehfelde und der Grenze des Sehfeldes einnehmen. In Folge der Gewohnheit sind wir aber dann später immer gezwungen, jeden solchen Raum uns auch als wirkliche Entfernung zu denken, und hiemit den Gegenstand außer uns zu setzen. Der feurige Ring mit schwarzer Scheibe sogar, den wir beim Druck auf das Auge sehen, erscheint uns außerhalb desselben; er erscheint zwar hart an der Grenze des Sehfeldes, aber zwischen ihm und anderen Punkten der Sehfeldgrenze ist immer ein Raum, den wir uns als Entfernung vorzustellen genöthigt sind, wie denn auch in der That derselbe nicht schlechthin außerhalb des Auges, sondern immer in einer bestimmten Entfernung, an der Nase oder um die Schläfengegend, erscheint. Wir können daher auch Dinge nur außer uns setzen, so lange sie bloß einen Theil des Sehfeldes ausmachen; kommt ein Gegenstand uns so nahe, daß neben ihm gar nichts mehr in unser Auge fallen kann, so setzen wir ihn, wenn er überhaupt noch sichtbar bleibt, nicht mehr außer uns. Mit opaken Körpern kann man hierüber keinen Versuch machen, weil diese, wenn sie dem Auge so nahe sind, wegen Mangel an Beleuchtung überhaupt nicht mehr gesehen werden können, auch passen völlig durchsichtige Gegenstände nicht, weil diese wegen ihres Durchscheinens ebenfalls leicht gar nicht wahrgenommen werden; hingegen eignen sich solche, welche zwar keine Gegenstände durchscheinen, aber doch Beleuchtung zulassen, z. B. farbiges Papier. Ein Stück weißes, rothes oder blaues Papier wird, dem Auge vorgehalten, so lange außer uns gesehen, als wir neben demselben noch irgend etwas Anderes sehen, wäre es auch nur ein schmaler Saum; sobald es aber so nahe an's Auge gehalten wird, daß es dieses vollständig bedeckt, und durchaus nichts Anderes mehr in's Auge fallen kann (wozu nöthig ist, es straff über das offene Auge zu spannen), so haben wir bloß noch eine allgemeine weiße, oder rothe, oder blaue Sehempfindung, die wir gar nicht mehr außer uns setzen, sondern sie scheint vielmehr die Stelle unseres Auges einzunehmen, unsere Augenhöhle

auszufüllen, und zu uns selbst zu gehören. Aus diesem Allem folgt, daß das Außerunssetzen sichtbarer Gegenstände nur eine Folge der Erfahrung und Gewohnheit ist. Auch der eigene Körper erscheint als Aeußeres, außerhalb des Auges nämlich; daß wir ihn von anderen äußeren Dingen unterscheiden, ist ebenfalls Sache der Erfahrung; wir sehen nämlich von Kindheit auf seine Theile constant dieselben bleiben, während andere Dinge um uns wechseln, wir fühlen dieselben als zu uns gehörig beim Betasten und wissen, daß Ortsbewegungen derselben unsere eigenen Bewegungen sind. Vom Gefühl haben wir schon oben gesagt, daß das Außerunssetzen bei ihm nur scheinbar und vielmehr nur ein Unterscheiden des Berührten von einem Berührenden anzunehmen sei. Der Blinde unterscheidet nun zwar auch, ob das Berührende ein Theil seines eigenen Körpers oder ob es ein anderer Gegenstand ist, und in letzterem Falle könnte man wohl auch sagen, daß er den Gegenstand außer sich setze. Man muß sich dabei aber immer wohl bewußt bleiben, daß das »Außer« immer nur ein von uns als Sehenden gebrauchter Ausdruck ist, den der Blinde vielleicht adoptiren, unter dem er sich aber nie etwas Anderes denken kann, als etwas von seinem Körper Verschiedenes.

III. Schätzung der Entfernung und wirklichen Größe des Gegenstandes. Bei den Sinnen des Geruches, Geschmackes und Gefühles kommt eine Vorstellung entfernter Gegenstände gar nicht vor. Dem Geschmack und Gefühl könnte daher, wenn man ihnen auch wirklich eine Raumvorstellung zuschreiben wollte, doch ein und derselbe Gegenstand niemals als verschieden groß vorkommen, weil nur durch die Entfernung eine Variation der Größevorstellung möglich ist. Wir haben also hier nur von den Gesichts- und Gehörsvorstellungen zu sprechen. Was die ersteren betrifft, so müssen wir Alles ausscheiden, was an der Größe und scheinbaren Entfernung der Objecte durch die Beschaffenheit der Medien sowohl als des Auges verändert wird. Namentlich was das Auge speciell betrifft, so geht uns hier weder der Zustand seiner eigenen lichtbrechenden Medien, noch der seiner Netzhaut, noch das Accommodationsvermögen, noch das problematische Augenmuskelgefühl sammt der Fixirung der Augenaxe etwas an, sondern wir haben die Gesichtsvorstellung zu betrachten bei gewöhnlichem, sich gleich bleibendem Zustande des Auges. Und hier finden wir folgenden Vorgang. Während wir im Anfange nur ein Totalbild, eine verschiedenfarbige Fläche, ein Aggregat von Figuren in gleicher Ebene sehen, gelangen wir bald zur Erkenntniß, daß Gegenstände, die früher nur einen Theil unseres Sehfeldes einnahmen, dann, wenn wir uns ihnen nähern, nach und nach das ganze Sehfeld einnehmen; ferner erfahren wir, daß, wenn wir solche einzelne Gegenstände größer sehen wollen, als sie im Totalbild erscheinen, wir zu ihnen hingehen müssen. Aus diesem Allem würde aber noch weiter nichts hervorgehen, als daß, wenn wir bekannte Gegenstände in anderen Entfernungen wieder sähen, wir uns erinnern würden, sie unter anderen Verhältnissen schon einmal größer oder kleiner gesehen zu haben. Dies würde uns erstens nur zur Vorstellung der wahren Größe uns schon bekannter Gegenstände verhelfen; wir schätzen aber auch die Größe solcher, die wir noch nie gesehen haben. Zweitens ist aber auch bei einem bekannten Gegenstande die Vorstellung seiner wirklichen Größe durchaus nicht ein bloßes Product der Erinnerung. Sehen wir z. B. einen Thurm in der Ferne, so nimmt derselbe einen ganz kleinen Theil unseres Sehfeldes ein, und wird auch ursprünglich wirklich in eben dieser Kleinheit wahrgenommen, und doch stellen wir ihn

uns im Verhältniß zu unserer nächsten Umgebung in seiner wahren Höhe vor. Hier denken wir uns nicht an den Thurm hin, wir machen uns nicht etwa in der Erinnerung ein inneres Bild von dem Thurme, welches ebenso groß wäre, als das äußere Bild, da wir ihn zum erstenmal sahen. Wäre dieses der Fall, so müßten wir allemal unser Hirnbild des Thurmes so weit vergrößern, bis es unser ganzes inneres Sehfeld so weit erfüllte, als er es in der Nähe erfüllt hatte. Dies ist aber nicht der Fall, das Bild des entfernten Thurmes in uns wird nicht größer. Auch bezieht sich unsere Vorstellung von Größe ja nicht bloß auf einzelne Gegenstände des Sehfeldes, sondern auf das ganze Sehfeld. Wenn wir eine ganz freie Landschaft übersehen, so ist das Sehfeld ebenso groß, als wenn wir ein Haus unmittelbar vor uns sehen, und doch erscheint uns die Landschaft mehre Quadratmeilen groß. Wir können im letztern Falle unmöglich das Bild der Landschaft so weit in uns selbst ausdehnen, daß jeder der in ihr befindlichen Gegenstände seine volle Größe erreichte, und doch stellen wir uns die ganze Landschaft wohl viel tausendmal größer vor, als das einzelne Haus, das denselben Raum im Sehfeld einnimmt. Es ist also gewiß, daß die Schätzung der Größe eines fernen Gegenstandes nicht in einer innern Vergrößerung seines Bildes besteht. Ist sie demnach vielleicht Sache des Verstandes, besteht sie in einem Urtheil, einem Schluß? Dies nimmt man zwar hie und da an, aber mit Unrecht. Denn dabei müßte ein förmliches Rechnen stattfinden, wir müßten schließen: da wir den Gegenstand bei einer bestimmten Entfernung von der Größe a sehen, so müssen wir ihn bei geringerer Entfernung in der Größe 2a, 3a u. s. f. sehen. Allein diese complicirte Berechnung machen wir nur bei näherer Reflexion, wenn unsere Untersuchung schon eine physikalisch-mathematische geworden ist, niemals beim gewöhnlichen Sehen und Augenmaß. Die Schätzung der Größe ist also weder Sache der Empfindung noch des Urtheils. Sie ist Sache des Vorstellens und zwar auf folgende Weise. Da Gegenstände uns nur dann größer oder kleiner erscheinen (versteht sich, immer abgesehen von der Beschaffenheit der Medien), wenn sie sich von uns entfernen oder uns nähern, so können wir die Größe entfernter Körper nur nach der Größe ihrer Entfernung schätzen. Diese müssen wir also wissen, und wir können Jenes nicht ohne Dieses. Man stelle sich z. B. an den Anfang einer langen Allee, deren Bäume so dicht an einander stehen, daß man die Landschaft zu beiden Seiten nicht sehen kann, und deren Länge einem unbekannt ist, so wird man nie eine Vorstellung von der wirklichen Größe einer an ihrem Ende stehenden Pyramide erlangen können. Ueber die Höhe ferner Gebirge täuschen wir uns gewöhnlich, weil wir nicht die ganze Fläche bis zu ihnen hinüberschauen, indem diese durch dazwischen liegende kleinere Höhen unterbrochen wird, so daß wir den Raum hinter diesen nicht sehen. Da auf diese Weise die Entfernung kleiner scheint, so scheinen uns auch die Berge selbst kleiner. Wollen wir uns nun die wirkliche Größe eines fernen Gegenstandes vorstellen, so messen wir die Entfernung von ihm in der Vorstellung. Wir fassen den Raum zwischen uns und ihm als Linie, nehmen dann irgend eine Strecke von bekannter Ausdehnung zum Maßstab, und legen diese Strecke in der Ausdehnung so oft aneinander, bis wir die Länge der Linie ausgemessen haben. In demselben Verhältniß, in welchem wir nun in der Vorstellung die maßgebende Strecke wiederholen, wächst auch unsere Vorstellung von der Größe des Gegenstandes. Dieses Wachsen ist aber, wie gesagt, kein räumliches, bildliches, sondern ein ideelles; wir werden uns nur bewußt, daß, wenn wir uns den Gegenstand in seiner wahren

Größe vorstellen wollten, wir sein scheinbares Bild innerlich ebenso oft vergrößern müßten, als wir den Maßstab der Entfernung angelegt haben. Wollen wir uns dann seine wahre Größe recht versinnlichen, so müssen wir allerdings diese ideelle Vorstellung zu einem vollständigen innern Bilde ausmalen; dieses thun wir zwar oft, aber keineswegs immer, sondern im gewöhnlichen Leben genügt uns zur ungefähren Schätzung schon das auf die angegebene Weise gewonnene Maß raumvergrößernder Vorstellungsthätigkeit, das wir auf den Gegenstand anzuwenden haben. Allerdings streift diese Art von Vorstellung schon nahe an ein Urtheil oder einen Schluß, ist aber noch keiner. Uebrigens ist natürlich der Vorgang des Messens kein so langsamer, als er erscheint, wenn man ihn beschreibt, sondern ein sehr schneller, wenigstens in den gewöhnlichen Fällen, wo man sich nicht besonders vorgenommen hat, so genau als möglich zu schätzen. Aber nur lange Gewohnheit und Erfahrung giebt uns die Leichtigkeit und Geschwindigkeit des Messens, welche wir als Erwachsene besitzen. Das Kind täuscht sich oft. Durch das fortwährende Wiederholen ähnlicher Acte bekommt es jedoch nach und nach eine Fertigkeit; es associiren sich in ihm die verschiedenen Größen unzähliger Gegenstände mit deren verschiedenen Entfernungen von ihm, und es bekommt auf diese Weise gleichsam eine Menge von Maßstäben, die es dann wieder auf neue Gegenstände anwenden kann. Bei sehr großen Entfernungen, z. B. beim Mond, erreicht auch unsere angestrengteste Vorstellung nie die wirkliche Größe desselben, weil schon die ungeheure Entfernung sich der Möglichkeit, von unserer Vorstellung gemessen zu werden, ganz entzieht. Wir können aus vielfach aneinander gereihten Ausdehnungen nur bis zu einem gewissen Grade noch eine Totalvorstellung des von ihnen eingenommenen Raumes gewinnen, über dieses hinaus verliert sich das Messen in ein bloßes Zählen, und wir können die Entfernung nicht mehr als Raumvorstellung festhalten; was doch nothwendig wäre, wenn wir sie bis zum Gegenstande hin ganz ausmessen wollten.

Sowie nun zur Erwerbung der Größevorstellung die Entfernung nothwendig ist, so ist umgewendet für die Schätzung der Entfernung die Kenntniß der Größe nothwendig. Beide bedingen sich gegenseitig, und unsere ersten Erfahrungen werden an beiden zugleich gemacht. Die Grenze unseres Sehfeldes ist der Ort, von welchem ausgehend wir alle Entfernungen bestimmen; allein so lange wir nur eine senkrechte Ebene vor uns sehen, können wir nichts Anderes messen, als die scheinbaren Distanzen der in dieser Ebene enthaltenen Figuren von einander und vom Sehfeldrande. Um zur Vorstellung der Entfernung einer dieser Figuren von mir selbst zu gelangen, muß ich die Erfahrung gewinnen, daß der zwischen einem Punkte des Sehfeldrandes und der Figur befindliche Raum eine andere Lage und Richtung zu mir hat, als die Figur selbst, also im Fall der Gegenstand in der Wirklichkeit mir gerade gegenüber und mit mir auf gleicher Ebene senkrecht steht, daß die zwischen meinem untern Sehfeldrande und ihm befindliche Ebene nicht, wie es scheint, ebenfalls senkrecht steht, sondern daß sie horizontal von mir bis zu ihm hingeht. Diese Erfahrung kann ich aber aus dem Sehfeldbilde, so lange es dasselbe bleibt, nicht gewinnen, und muß mir sie daher jedenfalls anderswoher verschaffen. Ich muß mich zu ihm hinbewegen, bis ich unmittelbar vor ihm stehe, wodurch ich zugleich seine wahre Größe kennen lerne. Durch das bloße Hinbewegen würde ich aber außer dieser bloß die Zeit erfahren, die ich zu ihm brauche, und allenfalls noch dies, daß sich die im Sehbilde von meinem Sehfeldrande sich bis zur Figur erstreckende Fläche ver-

kürzt hat. Um diese selbst, indem ich sie in der Wirklichkeit durchschreite, als horizontal vorzustellen, muß ich sie von oben herab betrachten, und aus der dabei veränderten Richtung meiner Augen abnehmen, daß sie selbst in einer andern Richtung verläuft, und zwar in der Richtung von meinem frühern Standpunkte aus nach dem untern Endpunkte des Gegenstandes hin. Indem ich dabei zugleich mir die Ausdehnung dieser horizontalen Ebene vorstelle, habe ich die Entfernung des Gegenstandes gefunden. Dies ist der Proceß, durch welchen ich anfänglich die Entfernungen kennen lerne. Nach und nach lerne ich immer mehr Gegenstände mit ihren Entfernungen kennen, ich sehe sie von verschiedenen Standpunkten und die Räume nach verschiedenen Dimensionen, und übersetze allmälig jede scheinbare Sehfeldentfernung in der Vorstellung unmittelbar in eine wirkliche, wenn mir die Ausdehnung der Gegenstände, welche den Entfernungsraum ausfüllen, bekannt ist. Größere Entfernungen kann ich nur mit den Maßstäben kleinerer bekannter Entfernungen schätzen, indem ich diese in der Vorstellung aneinander lege. Daher rechne ich, wenn ich unter freiem Himmel stehe, meine Entfernung von einem Punkte am Horizont niemals nach der zwischen diesem und meinem obern Sehfeldrande befindlichen Fläche, weil hier der Himmel ist, der mir allerdings ursprünglich ganz nah erscheinen mag, von dem ich aber aus Erfahrung weiß, daß er weit entfernt ist, und den ich niemals als Maßstab gebrauchen kann, weil, wenn ich ihn mir auch in Distanzen getheilt dächte, ich diesen doch niemals eine bestimmte meßbare Größe zuschreiben kann. Deßhalb gebrauche ich als Maßstab immer nur die sichtbaren Gegenstände, welche die Ausdehnung von meinem untern Sehfeldrand an ausfüllen. (Wenn ich nicht meinen eigenen Körper messe, so subtrahire ich auch, um Entfernungen äußerer Gegenstände von mir zu bestimmen, zuerst die Ausdehnung, welche er selbst im Sehfeld einnimmt, und rechne z. B. von den Fußspitzen an.) Bei unbekannten Entfernungen sind also mein Maßstab die Gegenstände, welche ich im Entfernungsraume sehe, und deren Ausdehnung ich entweder aus Erfahrung oder durch Ueberlieferung kenne, oder aus Größe und Analogie entnehme, wobei es vorkommen kann, daß ich selbst Räume in der Einbildungskraft suppliren muß; z. B. wenn ich bloß Bergspitzen sehe, muß ich mir dazwischenliegende Thäler denken. Wo die im Entfernungsraume liegenden Gegenstände aber von der Art sind, daß sie mir keinen Maßstab gewähren, kann ich auch die Entfernung nicht schätzen. Fahren wir z. B. auf dem Meere zum erstenmal, so schätzen wir die Ausdehnung des überblickten Wasserspiegels in der Regel zu kurz, weil sie eine größere ist, als wir je gesehen haben, oder, wenn wir uns der Unfähigkeit, sie zu schätzen, bewußt werden, so geschieht dies, weil wir keinen Maßstab haben, da wir, wenn wir je früher die Entfernung von Wasserstrecken geschätzt haben, dies immer nur mit Hülfe zugleich gesehener Landstrecken thaten. In allen Fällen nun, wo uns der Entfernungsraum keine oder unsichere Anhaltspunkte bietet, uns jedoch die Größe des entfernten Gegenstandes bekannt ist, giebt uns diese den Maßstab, z. B. gleich beim Meere, sobald wir ein Dampfschiff am Horizont erblicken, hilft uns dessen Kleinheit im Vergleich zu seiner wirklichen Größe sogleich in überraschender Weise die Entfernung besser schätzen, obgleich wir uns auch dann noch sehr täuschen. Der Proceß, vermittelst dessen wir die Entfernung eines Gegenstandes aus seiner Größe schätzen, ist übrigens im Ganzen derselbe, wie wenn wir seine Größe aus seiner Entfernung abnehmen. In dem Maße, in welchem wir die Größe eines fernen, auf der Netzhaut also ein kleines Bild gewährenden, bekannten Gegenstandes

erhöhen, erhöht sich auch unsere Vorstellung von der Größe der zwischen inne liegenden Fläche, d. h. der Entfernung. Wenn wir die wirkliche Größe des Gegenstandes nicht kennen, sei es aus eigener Anschauung oder Ueberlieferung, so können wir auch die Entfernung nicht schätzen. Sehen wir z. B. einen Vogel so hoch in der Luft schweben, daß er fast nur als schwarzer Punkt erscheint, daß wir also nicht wissen, was für ein Vogel, somit auch nicht, wie groß er ist, so können wir auch nicht sagen, wie hoch er fliegt. Ein anderes Mittel, die Entfernung zu schätzen, ist die Beleuchtung der Gegenstände. Die Erfahrung lehrt uns, daß ferne Gegenstände uns in matterem, nahe in hellerem Licht erscheinen. Wir setzen also in Folge der Gewohnheit stark beleuchtete näher, schwach beleuchtete ferner, und, was damit zusammenhängt, auch solche, die einen intensiven Schatten werfen, näher als solche mit mattem Schatten. Die schneeglänzenden Gipfel der Alpen erscheinen dem Wanderer viel näher, als gleichweit entfernte bewaldete Gebirge. Wenn wir die Augen etwas zusammendrücken, so erscheinen uns die Gegenstände dunkler, aber zugleich auch ferner. Ein brennendes Kerzenlicht, das wir in finsterer Nacht in der Ferne sehen, erscheint uns viel näher, als es wirklich ist, weil wir durch den Gegensatz des Finstern eine lebhaftere Empfindung des Leuchtens haben. In der Dämmerung können wir uns viel leichter eine Vorstellung von der großen Entfernung der Gestirne machen, als in der tiefen Nacht. — Auf den hier dargelegten Gesetzen der Entfernungsschätzung beruht das Täuschende von Gemälden mit wohl getroffener Perspective. Da wir nämlich bei jedem Sehen das Gesichtsbild ursprünglich als eine Fläche anschauen, in der Vorstellung aber die Theile näher und ferner setzen, so sind wir, wenn in einem Gemälde das Größenverhältniß einzelner Theile, Beleuchtung und Schatten gut getroffen ist, gezwungen, auch hier in der Vorstellung denselben Proceß durchzumachen, den wir bei wirklichen Gegenständen fortwährend durchmachen. Selbst subjective Sinnesempfindungen erscheinen uns um so näher, je stärker ihre Farben sind. — Die Fähigkeit, Entfernungen und Größen zu schätzen, nennt man das Augenmaß. Auch die Thiere besitzen dasselbe, zum Theil im hohen Grade und schon sehr früh; sie messen ihre Sprünge darnach ab, der Hund weiß den geworfenen Bissen zu fangen u. s. f. Sicherlich ist hier kein eigentliches Urtheil vorhanden, sondern ein unmittelbares Uebertragen der Größe der Entfernungsvorstellung auf die Größe der nöthigen Bewegkraft. So, wenn wir nach einem Gegenstande werfen, messen wir unmittelbar seine Entfernung gegen die anzuwendende Kraft ab, in Folge bloßer Association beider Vorstellungen, ohne einen dazwischen tretenden Schluß des Verstandes.

Wir haben bisher Größe und Entfernung nur in Bezug auf Gesichtsvorstellungen erläutert; wenn wir nun noch Einiges in Bezug auf Gehörsvorstellungen sagen, so geschieht es bloß, um die Täuschung aufzuheben, als ob wir durch sie unmittelbar etwas von Entfernung erführen. Durch das Gehör erfahren wir nichts, als daß gleichartige Klänge und Töne uns in verschiedener Stärke vorkommen können, alles Uebrige ermitteln wir mit Hülfe anderer Sinne. Was die Richtung des Schalles betrifft, so wissen wir ursprünglich bloß, daß derselbe einen andern Eindruck macht, je nachdem er das eine oder das andere Ohr trifft, und daß wir durch gewisse Richtungen des Ohres stärkere Schalleindrücke erhalten. Daß aber die Ursachen der Schalleindrücke, die das linke Ohr treffen, links von uns liegen, und daß den Richtungen des Ohres, wodurch wir dieselben stärker hören, eine bestimmte Stellung der schallenden Gegenstände zu uns entspreche, wissen wir

offenbar nur durch anderweitige Erfahrung. Die Dinge, welche schallen, lernt der Sehende nur durch's Gesicht, der Blinde durch's Gefühl kennen; er lernt durch Erfahrung, daß Dinge, welche in der Nähe stark schallen, einen schwächern Schall geben, wenn sie weiter weg sind; er bemißt hiernach, wenn Klang und Ton schon bekannt sind, die Entfernung des schallenden Körpers nach der Stärke des Schalles im einzelnen Falle. Wenn wir einen Klang oder Laut hören, der uns noch völlig unbekannt ist, so wissen wir nicht, was wir daraus machen sollen, weil mit ihm in uns noch keine Gesichtsvorstellung verbunden ist. Wir können uns aber wohl die Gegend denken, aus welcher er kommt, weil sich mit den verschiedenen Empfindungseindrücken beider Ohren und den Richtungen derselben allmälig die Vorstellung der Gegenden associirt hat, in welchen wir die Gegenstände dabei zu sehen pflegten.

Wir brauchen wohl kaum noch zu bemerken, daß Blinde keine räumliche Entfernungen kennen, sondern, was ihnen nah und fern ist, nur die Zeit angeht, die sie sich nöthig denken, um das Ziel zu erreichen. Der Blinde weiß auch nichts von einer Richtung der Gegenstände gegen ihn, sondern nur von der Bewegungsrichtung seines Körpers, die er machen muß, um zu ihnen zu gelangen. Aber in Folge der Uebung weiß er auch schon mit diesen Hülfsmitteln Richtung und Entfernung des Schalles nach und nach wohl zu beurtheilen.

IV. Die Vorstellung eines wahrgenommenen Gegenstandes setzen wir nicht aus den Einzelvorstellungen seiner Theile zusammen, sondern wir bekommen sogleich die Totalvorstellung. Das Gesicht, das Haar, die Hände eines uns vorher unbekannten Menschen betrachten wir erst, nachdem wir einen Totaleindruck von ihm haben. Von einer gemalten Landschaft erhalten wir zuerst eine allgemeine Vorstellung, und hernach erst fallen uns einzelne Theile derselben auf, die Bäume, das Wasser u. dgl. Der Grund ist, weil das Sehfeld eben selbst von den Theilen eines Gegenstandes, wenn derselbe sich nicht eben in dasselbe hineinbewegt, nicht nach und nach, sondern zugleich ausgefüllt wird. Wenn man eine bekannte Person nach einiger, selbst kurzer Zeit, wieder sieht, so bemerkt man oft, daß sich an derselben etwas verändert hat, man weiß aber nicht was, und besinnt sich lange vergebens, bis es endlich herauskommt, daß derselben das Haar geschnitten sei u. dgl. Hier wissen wir, daß in der Totalvorstellung von der Person sich etwas geändert hat, ehe wir noch von dem, was daran Schuld ist, eine deutliche Einzelvorstellung haben.

V. Wir können aber von mehren in einer Totalvorstellung enthaltenen Einzelvorstellungen eine zur Hauptvorstellung erheben. Hauptvorstellung wird sie, sofern sie vorzugsweise festgehalten und von den übrigen mehr oder weniger abgesehen wird. Was uns dazu bewegt, ist sowohl die Neuheit als die Gewohnheit. Neuheit in jenen Fällen, wo ein sonst bekannter Gegenstand plötzlich mit einer andern Eigenschaft, einem neuen Bestandtheil erscheint; Gewohnheit nur dann, wenn er ein Interesse für uns hat. In letzterer Beziehung ist es die wiederholte Beschäftigung, welche uns gewisse Vorstellungen geläufig macht. Der Maler sieht an einem Gemälde auf den ersten Blick die fehlerhaft gezeichneten Formen, und der Arzt im Auge sogleich krankhafte Veränderungen, die der Laie nicht bemerkt. Unter einer Menge von Leuten bemerken wir bekannte Gesichter eher als andere. Frauen bemerken den Anzug von Personen leich-

ter als Männer, denn sie beschäftigen ihre Vorstellungen mehr mit dem Putz als die Männer. Man kann sehr gute Augen haben, und doch beim Erblicken eines Gegenstandes etwas nicht an demselben wahrnehmen, was ein Anderer sogleich bemerkt. Man sagt dann von einem Solchen: er hat kein Auge für das, und meint damit das innere Auge, die Vorstellung. Ebenso ist es beim Gehör; der Musikverständige kann unter einem ganzen spielenden Orchester mit Leichtigkeit das Spiel eines einzigen Instrumentes verfolgen, und das falsche Spiel eines einzigen Musikers sich ihm so aufdrängen, daß er fast nichts von der Musik hört, als dessen zu hohe oder zu tiefe Töne. Ist mit der Gewohnheit kein besonderes Interesse verbunden, so ist die Folge bloß das schnellere Wahrnehmen der Theilvorstellung, welche man aber sodann gleich wieder fallen lassen kann.

VI. Von der Einzelvorstellung können wir aber wieder zur Totalvorstellung übergehen, ja wir können über die durch die äußere Empfindung bewirkte Vorstellung hinausgehen und mehr vorstellen, als wir in demselben Augenblicke sehen oder hören. Hier ist das Vorstellungsvermögen zwar schon in anderer Form, als reproductive Einbildungskraft, thätig, da wir aber einmal bei der Erklärung der Wahrnehmung sind, so müssen wir schon Einiges von dieser ihrer Function anticipiren. Wenn ich in ein Zimmer trete, so übersehe ich dasselbe gewöhnlich nicht gleich im Ganzen, sondern zuerst nur die vor mir stehende Wand, und einen Theil der Seitenwände, vielleicht auch noch etwas von der Decke. Ich führe sodann aber meine Augen weiter herum, auf den Boden, auf die Decke und die übrigen Theile der Seitenwände, sowie auf die mir im Rücken befindliche Wand. Indem ich nun im Weitergehen meiner Augen von den genannten Theilen Empfindungsvorstellungen bekomme, halte ich doch zugleich die ersten Vorstellungen noch fest, und setze die früher wahrgenommenen Theile in Gedanken in Verbindung mit den später wahrgenommenen. Durch diese Combination erhalte ich eine Vorstellung von der Größe und Gestalt des ganzen Zimmers, obgleich dieses nicht im Ganzen in meine Wahrnehmung gefallen ist oder fallen kann. Auf diese Weise, indem eine Empfindungsvorstellung sogleich zur Erinnerungsvorstellung und diese sodann mit neuen Empfindungsvorstellungen verbunden wird, erhalten wir allein die Vorstellung größerer Ausdehnungen, welche wir entweder ihrer Natur nach oder wegen zufälliger Umstände, wegen unseres Standpunktes auf einen einzigen Blick nicht völlig übersehen können, z. B. des gestirnten Himmels, eines großen Gebäudes u. dgl. Dieses Gesetz steht scheinbar im Widerspruche mit dem unter IV. aufgestellten. Aber dort wurde vorausgesetzt, daß der Gegenstand in demselben Augenblicke, wo wir uns eine Vorstellung aus ihm bilden, auch schon in seiner Ganzheit wahrgenommen worden sei, während er hier nur stückweise in die Empfindung fällt, und die Vorstellung schon beginnt, ehe noch alle seine Theile empfunden sind. Was zugleich und als Ganzes auf einmal empfunden wird, wird auch ursprünglich nur als Ganzes vorgestellt; was aber nur nach einander empfunden wird oder empfunden werden kann, kann nur durch die combinirende Vorstellungsthätigkeit für uns ein Ganzes werden. Hiedurch allein ist es uns nun auch möglich, im Anschauen der Gegenstände sie uns zugleich als Körper zu denken. Durch die ursprüngliche Vorstellung lernen wir sie nur als Flächen kennen, aber durch Erfahrung erkennen wir, daß ihre Flächen verschiedene Richtungen haben, daß sie nach mehren Seiten hin Flächen darbieten. Sehe ich nun einen mir auf diese Weise bekannt gewordenen Gegenstand, so verbinde ich

mit der Fläche, die er mir in der Empfindungsvorstellung darbietet, die Erinnerungsvorstellung seiner übrigen Flächen, indem ich mich als ihn von mehren Seiten anschauend denke, und gewinne so eine Totalvorstellung seiner sämmtlichen Dimensionen, stelle ihn mir als Körper vor. So, wenn ich nur eine Fläche eines Würfels oder eine Seite eines Ofens sehe, denke ich mir doch gleich einen Würfel oder einen ganzen Ofen. Etwas Aehnliches kommt auch bei den anderen Sinnen vor, nur daß bei ihnen die Vorstellungen nicht im Raume, sondern in der Zeit zu einem Ganzen verbunden werden. Ein musikalisches Stück höre ich z. B. zwar nur Ton für Ton, kann mir aber doch eine Totalvorstellung seiner ganzen Melodie bilden, und, wenn ich dann später den Anfang desselben höre, mir es sogleich wieder ganz vorstellen.

VII. Endlich sind hier noch die Sinnestäuschungen zu erwähnen. Doch können wir sie hier nur insofern berühren, als sie in das Gebiet der Vorstellungsthätigkeit fallen, und müssen sonach Alles ausschließen, was sich irgendwie auf physikalische Momente bezieht (optische und akustische Täuschungen), oder auf pathologischen Veränderungen in den Sinneswerkzeugen beruht (wohin, da man zu diesen auch das den betreffenden Sinnesnerven zum Ursprunge dienende Hirnorgan rechnen kann, unter anderen auch die Hallucinationen gehören). Hier haben wir es daher nur mit denjenigen Sinnestäuschungen zu thun, wo zwar die Empfindung dem äußern Gegenstand entspricht, aus der Empfindung aber eine andere Vorstellung entsteht, als nach dem gewöhnlichen Gange hätte entstehen sollen, so zwar, daß die richtige Vorstellung, wenigstens für den Augenblick, gar keinen Platz mehr findet. Wie die Täuschungen über Entfernung, Größe u. dgl. zu Stande kommen, kann man sich aus dem über diese Materien oben Gesagten selbst abnehmen, daher wir, um uns nicht zu wiederholen, hier nur von der Täuschung in Bezug auf den Inhalt der Sinnesempfindung, den Gegenstand selbst, sprechen. Wenn wir einen Gegenstand nur obenhin gewahr werden, oder unsere Sinnesorgane etwas stumpf sind, oder die äußeren Medien den Gegenstand nicht in hinreichend hellem Licht erscheinen lassen, so entwerfen die Gegenstände in uns ein undeutliches, unbestimmtes Bild von sich. Wir können daher bei solchen unbestimmten Empfindungen auch nur eine unbestimmte Vorstellung haben. Und doch glauben wir in solchen Fällen so gar oft etwas Bestimmtes zu sehen, zu hören, zu fühlen; diese bestimmte Vorstellung ist zwar oft die richtige, oft aber auch eine falsche. In der Empfindung selbst kann im letztern Falle der Trug nicht liegen, weil wir ihn schon durch Aufmerksamkeit und Ueberlegung im nächsten Augenblick aufheben können. Aber auch im Urtheil allein kann nicht die ganze Ursache der Täuschung liegen; denn dasselbe bewirkt den Irrthum nur dadurch, daß es die falsche Vorstellung für die dem Gegenstand entsprechende erklärt, während es eigentlich nur sagen sollte: ich habe jetzt die und die Vorstellung. Die Frage ist aber zunächst nicht die, wie überhaupt Irrthum möglich sei, sondern, was Anlaß zu dem speciellen Sinnesirrthume giebt, also, wie es zugeht, daß aus derselben Empfindung einmal eine richtige, ein andermal aber eine falsche Vorstellung entsteht. Wir erklären den Vorgang so: Da die Seele in ihren Vorstellungen immer etwas Bestimmtes, in sich abgeschlossenes Ganzes haben will, so sucht sie für diejenigen Bestandtheile des Totalbildes, welche ihr keine bestimmte Vorstellung geben, eine Vorstellung aus ihrem eigenen Vorrathe zu substituiren. Welche Vorstellung aber gerade substituirt wird, hängt von der Beschaffenheit des Wahrgenommenen und

dem psychischen Zustande des Subjectes ab. Wir haben früher gesehen, daß jede neue Wahrnehmungsvorstellung die Modification eines empirischen Vorstellungsschema's ist; sollen daher Vorstellungen aus unbestimmten Empfindungen werden, so müssen diese jedenfalls unter ein empirisches Schema gebracht werden. Nun kommt es von unserer Geburt an fast alle Augenblicke vor, daß wir unbestimmte Empfindungen haben, die aber im nächsten Augenblicke zu bestimmten werden, der Gegenstand wird sodann von uns erkannt, wird als dieser Gegenstand erkannt, d. h. unter seinem nächsten empirischen Schema vorgestellt. Diesen Vorgang wiederholen wir nun der langen Gewohnheit wegen unwillkürlich auch da, wo die unbestimmte Empfindung nicht zu einer bestimmten wird, wir stellen uns das unbestimmt Empfundene unter demjenigen Schema vor, unter welchem wir auch die bestimmten Bestandtheile der Empfindung gewöhnlich beisammen gefunden haben, und thun das Fehlende hinzu. Bei jedem besondern neuen Falle werden so diejenigen Vorstellungen in uns am leichtesten erregt werden, welche auf die Beschaffenheit der vorliegenden unbestimmten Empfindung am oftesten als bestimmte Wahrnehmungsvorstellungen gefolgt sind. Da aber für gewöhnlich die nachfolgende bestimmte Empfindung unsere Ergänzung in der Vorstellung rechtfertigt, so begegnet es uns, daß wir uns die so entstandene Vorstellung ohne Weiteres als reine Wahrnehmungsvorstellung zu nehmen gewöhnen, und so entsteht die Täuschung. Man wird uns erlassen, das Gesagte noch weitläufig an Beispielen zu erörtern, die sich ein Jeder selbst machen kann. Es begreift sich übrigens leicht, daß bei solchen Täuschungen die Association der Vorstellungen eine große Rolle spielen wird, und zu dieser wollen wir jetzt übergehen.

2. Association der Vorstellungen.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß wir Vorstellungen nicht nur in dem Augenblicke haben, wo wir etwas Aeußeres wahrnehmen, sondern daß sie, auch wenn die äußere Wahrnehmung nicht mehr vorhanden ist, doch noch in uns sind, und, scheinbar aus der Seele verschwunden, von selbst wieder in uns auftauchen. Hieraus, und aus dem schon besprochenen Einfluß der Vorstellung auf die Empfindung erhellt, daß das Vorstellungsvermögen und das Wahrnehmungsvermögen im Grunde dasselbe, und letzteres nur das durch die Empfindung bestimmte Vorstellungsvermögen sei. Die von der Empfindung unabhängige Thätigkeit des Vorstellungsvermögens besteht nun in einer fortwährenden Wiedererzeugung, Reproduction der Vorstellungen. Sie beruht auf einer Eigenschaft, welche auch allen übrigen Seelenvermögen zukommt, dem Gedächtniß, welches eben die Fähigkeit ist, durch eine einmalige Thätigkeitsbestimmung in die Neigung versetzt zu werden, dieselbe bei ähnlichem Anlaß zu wiederholen. Association aber nennt man im Allgemeinen den Vorgang, wenn eine Thätigkeit durch eine andere Thätigkeit ähnlicher Art hervorgerufen wird. Speciell in Bezug auf Vorstellungen nennen wir das Gesetz, vermöge dessen eine vorhandene Vorstellung durch ihr bloßes Dasein das Entstehen einer andern Vorstellung bewirkt, das Gesetz der Association der Vorstellungen. Vorstellungen werden zwar, außer durch die Empfindung, auch durch andere Seelenthätigkeiten hervorgerufen, namentlich verbinden sich mit dem Begriffbilden des Verstandes Gehörsvorstellungen (Worte), und mit den durch diese geweckten Begriffen wiederum die entsprechenden Vorstellungen. Wir handeln aber hier nur von der Erweckung der Vorstellungen durch andere Vorstellungen. Alle unsere Vorstellungen sind erregbar durch andere mit ihnen verwandte, und obgleich sie beim ersten An-

blicke sich oft in der größten Unordnung und ohne allen Zusammenhang zu associiren scheinen, so daß wir uns oft kaum Rechenschaft zu geben vermögen, wie diese oder jene Vorstellung in uns entstanden sei, so lassen sich doch einige allgemeinere Gesetze für die Erweckung der Vorstellungen finden, welche man bei aufmerksamer Selbstbeobachtung immer wirksam finden wird.

I. Mit jeder Vorstellung können sich diejenigen Vorstellungen associiren, welche mit ihr früher zugleich in einer Totalvorstellung vorhanden waren. Daraus folgt weiter:

a) Vorstellungen von Dingen, welche in demselben Raume mit einander wahrgenommen worden waren, wecken einander; dies ist vielleicht die häufigste Art von Association, und kommt alle Augenblicke vor.

b) Vorstellungen, welche in der Zeit öfters auf einander folgten, wecken einander. Denn da, wie wir schon oben gesehen, Vorstellungen, welche auf einander folgen, doch durch Combination sehr häufig zu einer Totalvorstellung verbunden werden, so können sie auch einander wieder wechselseitig herrufen. Wird die Erinnerung noch deutlicher, so wird auch ihre frühere Folge in der Zeit wieder zum Bewußtsein gebracht, und bei öfterer Wiederholung verbindet sich damit wohl auch der Gedanke an eine Nothwendigkeit dieser Folge, an ein Ursächliches und ein Bewirktes.

c) Vorstellungen, die einander ähnlich sind, associiren sich leicht. Diese Aehnlichkeit besteht darin, daß sich beide unter ein weiteres oder engeres empirisches Schema bringen lassen. Bei Napoleon's Uebergang über die Alpen fällt mir Hannibal ein; hier ist das Gemeinschaftliche das Vorstellungsschema eines Truppen über die Alpen führenden Feldherrn. Als ich nämlich zum erstenmal mir den Hannibal in dieser Handlung dachte, stellte ich ihn mir als Truppen über die Alpen führend vor, ich machte dieses zum Hauptbestandtheil meiner Vorstellung, auf den ich die Vorstellung seiner Person bezog. Giebt mir nun später eine andere Person, hier Napoleon, Anlaß, denselben Proceß des Vorstellens zu wiederholen, nämlich die allgemeine Vorstellung des Truppenführens über die Alpen wieder mit der Vorstellung einer bestimmten Person zu verbinden, so erinnere ich mich nicht nur, dieselbe allgemeine Vorstellungsthätigkeit schon einmal ausgeübt zu haben, sondern es wiederholt sich auch die Vorstellung der Person, auf welche ich sie das erstemal angewendet habe. Wenn ich mir ein Gartenbeet, abgesehen von den Blumen und Früchten, bloß als Viereck vorstelle, so kann mir ein mathematischer Lehrsatz einfallen, indem mich die Vorstellung des Vierecks veranlaßt, mir Quadrate auf der Tafel zu denken, an denen mir früher ein Lehrsatz bewiesen wurde. — Man hat auch ein Gesetz der Association in Folge des Contrastes aufgestellt, aber der Contrast allein erweckt keine Association. Es ist sogar im Ganzen selten, daß mir z. B. bei der Wärme die Kälte und bei dem Weißen das Schwarze einfällt. Unähnliche Dinge associiren sich in der Vorstellung nur dann, wenn sie öfter mit einander vorgestellt wurden, also coexistirten. Sie thun dies in diesem Falle dann allerdings leichter als manche andere, weil sie bei ihrem frühern Vorhandensein eben durch den gegenseitigen Contrast lebhafter waren. Manche verdanken ihre frühere Coexistenz der vergleichenden Verstandesthätigkeit, welche sie willkürlich neben einander gestellt hat, um ihre Aehnlichkeit, ihre Gleichartigkeit zu finden.

d) Es wecken sich nicht nur Vorstellungen, die einem und demselben Sinne, sondern auch solche, die verschiedenen Sinnen angehören, wenn sie coexistirten. Am liebsten und leichtesten associiren sich Gesichts- mit Gehörsvorstellungen, Gesichts- mit Gefühls-, Geruchs- mit Geschmacksvor-

stellungen, seltener (wenigstens bei Sehenden) Gefühls- mit Gehörs-, und Gesichts- mit Geruchs- und Geschmacksvorstellungen. Die Association der Gesichts- mit den Gehörsvorstellungen liegt beim Sprechenlernen und Lesen zu Grunde. Die Association von den Gesichtsvorstellungen zu den übrigen geht schwerer, als von diesen zu jenen. Wenn ich eine Rose rieche, ohne sie zu sehen, so stelle ich mir sie leichter im Sehen vor, als ich mir ihren Geruch vorstelle, wenn ich sie sehe. Die Benennung einer Sache führt mich leichter auf die Vorstellung ihres Aussehens, als diese auf ihre Benennung. So z. B. bei Personen, die man sich leicht wieder vorstellt, sobald man den Namen hört, die man aber sich lange vorstellen kann, ohne ihren Namen wiederzufinden. Der Grund mag wohl der sein, daß der Gesichtssinn die Eindrücke häufiger und anhaltender erhält, als die anderen.

II. Die Vorstellungen richten sich in ihrer Association nach der Gemüthsstimmung des Individuums. Wenn eine Vorstellung, den aufgeführten Gesetzen zufolge, nach mehren Seiten hin Vorstellungen anwecken kann, wenn also mehre Reihen möglich sind, so wird diejenige Vorstellungsreihe gewählt, welche schon öfter mit unserer gegenwärtigen Stimmung oder einer ähnlichen zusammen existirte. Wer traurig ist, sieht, wenn er sich nicht sehr der Hoffnung hingiebt, überall zunächst das, was für ihn unangenehm ist, der Mißtrauische bemerkt Dinge, die der Treuherzige nicht bemerkt u. s. f., und sie knüpfen an das Wahrgenommene immer gerade diejenigen Betrachtungen, die zu ihrer Stimmung passen. Sind wir jedoch in keiner besonders intensiven Gemüthsbewegung (indifferent), so folgen wir denjenigen Vorstellungen am liebsten, welche für uns etwas Angenehmes haben oder unser Interesse erregen. Dieses Gesetz bildet aber schon den Uebergang zu einer anderen Reihe von Verhältnissen.

III. Im Bisherigen haben wir nämlich nur erörtert, wie sich die Vorstellungen in Bezug auf Beschaffenheit associiren. Die Erfahrung lehrt uns aber, daß sich die Vorstellungen auch in Bezug auf das schnellere oder langsamere Aufeinanderfolgen verschieden verhalten. Zu manchen Zeiten verweilt eine einzige Vorstellung lange bei uns, während sie sich ein andermal jagen und drängen. Auch für dieses Verhältniß lassen sich einige Gesetze auffinden. Wir betrachten zuerst die Gründe des langsamern Flusses der Vorstellungen, der gehemmten Association.

a) Aeußere Sinnesdrücke hemmen die Reproduction der Vorstellungen, vorausgesetzt, daß wir auf jene merken. Wenigstens gilt dies immer je für eine Art der Vorstellungen (des Gesichts, des Gehörs u. s. f.) Wenn wir einer starken Musik zuhören, sind wir nicht leicht im Stande, eine andere Melodie als die, welche wir eben hören, in uns zu reproduciren.

b) Starke Gemüthsbewegungen hemmen die freie Association, indem entweder die einzige Vorstellung festgehalten wird, welche zu der Gemüthsbewegung in ursächlichem Verhältniß steht, oder doch die Association sich nur auf einen gewissen Kreis von Vorstellungen beschränkt. Dies ist offenbar beim Zorn und den deprimirenden Gemüthsbewegungen. Von der Freude jedoch hat man öfters behauptet, es würden durch sie die Vorstellungsassociationen schleuniger. Mit Unrecht, denn die Freude beschränkt uns ebenfalls auf gewisse Vorstellungen, und nur, wenn sie in ihrer ersten Heftigkeit vorüber ist, wird der Fluß der Vorstellungen schneller; dies ist aber nicht unmittelbare Folge der Freude, sondern Folge der durch dieselbe bewirkten Anregung und Bethätigung des Gehirnlebens.

c) Das angestrengte Denken ist ein Hemmungsmittel des Vorstellungsflusses. Der Grund davon kann zweierlei sein. Einmal ist es der Seele nicht möglich, zu derselben Zeit, wo sie als Vernunft und Verstand thätig ist, ihre volle Kraft als Vorstellungsvermögen zu entfalten, und zweitens liegt es in der Natur der Sache, daß wir beim Denken immer nur einen gewissen Kreis von Vorstellungen festhalten, der gerade unser Stoff ist. Hiebei kommt allerdings schon

d) der Wille in's Spiel. Dieser hemmt den Vorstellungsfluß, aber nicht bloß zum Behufe des Denkens, sondern oft um der bloßen Vorstellung willen; wir können willkürlich eine Vorstellung längere Zeit festhalten, bloß weil sie uns gefällt.

e) Der Einfluß des Gehirns und Nervensystemes, wovon noch besonders die Rede sein wird.

Dieselben Punkte, welche hier für Hemmungsmittel erklärt worden sind, sind negativ, im Fall ihres Nichtvorhandenseins Förderungsmittel des Vorstellungsflusses. Nämlich:

a) Wenn entweder gar keine oder doch keine so starken oder so beschaffenen Sinneseindrücke vorhanden sind, daß sie unsere Aufmerksamkeit sehr in Anspruch nähmen, so drängen sich die Vorstellungen in schnellerer Folge in uns. Wir dürfen nur die Augen beim Zubettelegen schließen, so haben wir einen bunten Wechsel von Vorstellungen.

b) Bei völliger Gemüthsruhe geht die Association der Vorstellungen leichter vor sich. Während des Affectes kann der Dichter nicht dichten, er muß, um ihn zu schildern, warten, bis er sich wenigstens gemäßigt hat. Alles Dichten und geistige Arbeiten verlangen eine gewisse Freiheit des Gemüthes, sonst kommt man nicht vom Flecke. Der Grund ist der, daß bei Gemüthsbewegungen die Vorstellungen nicht leicht genug zuströmen, sondern sich leicht auf einen gewissen Punkt beschränken.

c) Wenn man gar nicht denkt (nämlich urtheilt und schließt), so associiren sich die Vorstellungen schneller. Vor dem Einschlafen folgen sich die Vorstellungen in bunter Reihe, sobald man aber anfängt, nachzudenken, wird ihre Association gehemmt. Man strecke sich nach dem Essen unter schattige Bäume auf's Gras und denke nichts (dolce far niente), so werden die Vorstellungen bunt durch einander wimmeln.

d) Mangel des Willenseinflusses wirkt fördernd auf die Association. Je hartnäckiger wir uns auf ein entfallenes Wort besinnen, desto weniger können wir es oft finden, während es uns kurz nachher von selbst einfällt. Wer in einer Gesellschaft zerstreut ist und oft nicht weiß, von was gesprochen wird, oder bei einer Vorlesung dem Vortrage nicht mit Aufmerksamkeit folgen kann, zeigt, daß seine Vorstellungen, statt von außen bestimmt zu werden, in die inneren Associationsreihen abschweifen. Die Schuld hievon trägt allemal eine schwache Direction des Willens auf die äußerlich gegebenen Vorstellungen; da aber der Wille doch insofern fortwirken muß, als wir uns den Schein des Aufmerkens geben, so kann er auch nicht mit voller Kraft auf die innerlichen Vorstellungen wirken, und diese folgen dann leicht dem bloßen Gesetze der Association, es entsteht die sogenannte Träumerei. Wir haben in solchen Fällen entweder ein sehr geringes Interesse an unserer äußern Umgebung oder es ist ein Zeichen von Willensschwäche überhaupt.

3) Verhältniß der Vorstellungen zu den Hirnbildern.

Die Vorstellungen können nicht bloß schneller und langsamer auf einander folgen, sie unterscheiden sich auch durch ihre Lebhaftigkeit und Dunkelheit. Eine Vorstellung wird aber um so lebhafter, je kräftiger das sich zu

ihr gesellende Hirnbild ist. Wir haben schon, als wir von den Vorstellungen im Allgemeinen sprachen, dargethan, daß dieselben nur an einem Hirnbilde sich vollständig entwickeln können, daß somit die Seele, wenn sie eine frühere Vorstellung wieder in sich ausbilden soll, dies nur thun kann, wenn der ganze frühere Proceß, also auch die Empfindung und die ihr zu Grunde liegende Gehirnthätigkeit, wenigstens in schwächerem Grade, wiederholt wird. Das Gesetz der Association giebt also allerdings den Grund an, warum Vorstellungen sich gegenseitig erwecken, es ist dies aber zuerst eben nur eine Anregung der Seele, ein in ihr erwecktes Streben, in einer bestimmten Weise vorzustellen, die ganze wirkliche Vorstellung ist aber nur möglich, wenn die gleichzeitig wieder erweckte entsprechende Hirnthätigkeit gleichsam wieder einen Stoff und Anhaltspunkt hergiebt. Hieraus ergiebt sich, was von den dunkeln Vorstellungen zu halten sei, die man vielfach geleugnet und wohl auch für bloße Gefühle erklärt hat. Eine dunkle Vorstellung ist diejenige, welche kein oder nur ein sehr mattes Hirnbild hat, und sie ist eben damit eine noch unentwickelte. Wir sehen die Beispiele an den gewöhnlichen Associationen. Die Schnelligkeit, mit der sich die Vorstellungen verketten, ist so groß, daß wir manchmal fast gar nicht im Stande sind, den Zusammenhang aufzufinden. Dies kommt nur daher, daß ein oder einige Zwischenglieder dunkler waren, d. h. daß sie nur als Vorstellungskeime existirten ohne Hirnbilder. Den Vorgang nun des Erregtwerdens der Hirnbilder durch die entstehenden Vorstellungen kann man eine Association von Vorstellungen zu Hirnbildern nennen, und die Fähigkeit hiezu bezeichnen wir mit dem Worte Einbildungskraft. Die Association ist aber keine gegenseitige. Die Hirnbilder werden nämlich zwar auf Anlaß von Vorstellungen reproducirt, aber sie können ohne vorgänge Vorstellungen nicht entstehen, so daß sie etwa einander unmittelbar im Gehirne reproducirten. Man hat das Letztere in der Art behauptet, daß es ein Sinnengedächtniß gebe, und gesagt, die Sinne könnten phantasiren, ehemalige Bilder reproduciren ohne allen psychischen Einfluß. Nun kann und muß man zwar zugestehen, daß der Sinnesnerv oder, was uns hier gleich gilt, sein entsprechendes Gehirnorgan insofern allerdings Gedächtniß hat, als er die Fähigkeit besitzen muß, wieder auf einen bestimmten Anlaß hin in eine frühere Thätigkeitsweise versetzt zu werden, denn sonst wäre eine Reproduction der Hirnbilder überhaupt gar nicht möglich. Die Frage ist aber, was die anregende Ursache dieser Thätigkeit sei. Zuerst muß man hier wohl von den reproducirten Hirnbildern die subjectiven Sinnesempfindungen unterscheiden. Wenn man sich z. B. den Tag über mit Arterien- und Nervenpräparaten beschäftigt hat, so kann es wohl geschehen, daß man Abends beim Schneuzen einen Augenblick das leuchtende Bild eines solchen Präparates vor dem Auge zu haben glaubt. Hieraus kann man aber wohl kaum schließen, daß dieses eine Sinneserinnerung sei, denn ein solches subjectives Bild kann auch vorkommen ohne jene vorhergegangene Beschäftigung, und das leuchtende Bild der sich verzweigenden arteria ophthalmica sein; jedenfalls aber ist es eine subjective Sinnesempfindung, welche mit den reproducirten Vorstellungsbildern nichts zu thun hat. Da wir nun über eine Reproduction als solche nur reflectiren können, sofern wir wissen, und uns erinnern, daß das Reproducirte schon einmal da war, das Erinnern selbst aber voraussetzt, daß schon bei dem ersten Eindruck unsere Seele afficirt war, so können wir uns keine reproducirten Hirnbilder denken, bei deren erster Erzeugung nicht schon die Seele zugleich mit in den Proceß gezogen worden wäre. Da nun überdies eine psychische Vorstellungsassociation anerkannt existirt, so muß diese so lang als hinreichender Grund der Wiederholung der Hirnbilder

angesehen werden, als nicht erwiesen ist, daß ein reproducirtes Hirnbild schon bei seiner ersten Entstehung gar keine bewußte Empfindung in der Seele erregt habe. Dieser Beweis ist aber noch nicht gelungen. Man sagt zwar, eine Melodie, auf die wir nicht achten, könne uns Tags darauf bis zum Ueberdruß vor dem Ohre tönen; wenn wir sie aber wirklich nicht gehört hätten, sondern bloß im Hörnerven eine Neigung zur Wiederholung derselben physischen Action zurückgeblieben wäre, so läßt sich erstens keine Ursache finden, die nach der längern Unterbrechung den Nerven wieder zu derselben Thätigkeit bestimmt hätte, und zweitens begreift man nicht, warum nicht bloß die letzten gehörten Töne zurückgeblieben sind, durch welche doch die von den früheren erregte Nerventhätigkeit wieder aufgehoben worden war. Ueberdies hören wir die Melodie keineswegs immer als von demselben Instrumente gespielt, von dem wir sie vorher wirklich hörten, wir hören dabei nicht den Klang dieses Instrumentes, sondern die Melodie schlechthin, die bloße Tonfolge ist uns zurückgeblieben, ein deutlicher Beweis, daß wir schon beim ersten Hören abstrahirend, also vorstellend thätig waren, wenn wir gleich dabei vielleicht sehr zerstreut waren. Das Schlagen einer Uhr überhören wir leicht, wenn wir beschäftigt sind, fragt uns jedoch Jemand sehr bald, nachdem sie geschlagen hat, so erinnern wir uns der Zahl der Schläge genau. Dies soll beweisen, daß wir uns die Zahl der Schläge erinnern könncn, auch wenn sie vorher nicht in unser Bewußtsein gefallen waren. Aber wir können uns einer bewußtlosen Empfindung nur schlechthin als einfacher Empfindung erinnern, das Zählen der Schläge verlangt hingegen selbst schon eine Aufmerksamkeit, ein Bewußtwerden der Empfindungseinheit bei Aufeinanderfolge von Empfindungen. Wäre es bloß der Hörnerv, der hier fortphantasirte, so könnte man gar keinen Grund absehen, warum er die einzelnen Empfindungen bloß zu der bestimmten Zahl der Schläge, z. B. 8, fortsetzte, und nicht bis zu 10, 20, oder schon bei 4 stehen bliebe. Wir mußten nothwendig im Hören des Uhrschlagens schon gezählt haben, wenn wir auch unmittelbar darauf wegen unserer Beschäftigung nicht mehr daran dachten.

Wir glauben also annehmen zu dürfen, daß die Reproduction der Hirnbilder nur auf Anlaß von Vorstellungen geschieht. So wie wir nun die ursprünglichen Empfindungen an einen bestimmten Ort unseres Körpers oder außerhalb desselben setzen, so machen wir es auch mit den reproducirten. Wenn Jemand Nüsse mit den Zähnen zerbeißt, fühlt oft ein Anderer Schmerzen in den Zähnen; der Anblick von Hautausschlägen erregt Jucken; die Vorstellungsbilder des Gesichtssinns setzen wir nach außen. Je nachdem nun die Association von Vorstellungen zu Hirnbildern leichter oder schwerer von Statten geht, werden die Bilder auch mehr oder weniger lebhaft sein. Es lassen sich hierüber folgende Bestimmungen festsetzen:

a) Je stärker der erste Eindruck war, und mit je mehr Aufmerksamkeit er aufgenommen wurde, desto leichter associiren sich später die Hirnbilder. Einen Gegenstand, der sich deutlich und scharf auf unserer Netzhaut abbildet, helle kräftige Töne, starke Gerüche und Geschmäcke reproduciren wir leichter, als matte Gesichtsbilder und Töne, schwache Gerüche u. s. f. Hat man auf einen Eindruck so wenig gemerkt, daß man gar keine Vorstellung von ihm übrig hat, so ist natürlich auch keine Reproduction des ihm entsprechendeu Hirnbildes möglich.

b) Das leichtere Wiederkehren der Hirnbilder hängt von ihrer öftern Wiederholung ab. Das Gehirn wird hiedurch geübt. Daraus ist es wohl auch zum Theil zu erklären, warum sich angenehme Empfindungen im Ganzen deutlicher reproduciren, als unangenehme; denn jene wiederholen wir öfter.

Eben daher rührt vielleicht auch der Umstand, daß wir Geschmäcke und Gerüche uns schwerer vorstellen, als Gesichts- und Gehörsgegenstände; denn jene Empfindungen sind viel seltener als diese, in welchen wir uns alle Augenblicke üben.

c) Die Länge der Zeit schwächt die Reproduction der Hirnbilder. Bei gleicher Stärke des ursprünglichen Empfindens, und abgesehen von der Wiederholung, entstehen diejenigen Hirnbilder leichter wieder, welche erst vor kurzer Zeit durch äußere Empfindung erzeugt waren. Daß ihre mögliche Dauer aber im Allgemeinen eine sehr lange sein kann, zeigen die Traumbilder der Blindgewordenen, die sich oft noch lange Jahre, 10 Jahre und darüber, ja in 2 Fällen sogar 52 und 54 Jahre nach dem Erblinden, erhalten. Nicht immer aber dauern sie so lange, namentlich nicht, wo das Gesicht schon im 4ten Jahr oder bald nachher verloren gegangen war, in welchem Falle sicherlich der Mangel häufiger vorhergegangener Wiederholung mitwirkt.

d) Endlich hängt die leichte oder schwere Erregung der Hirnbilder auch ab vom Zustande des Gehirns, welches Verhältniß wir aber seiner Wichtigkeit wegen im Folgenden ausführlicher erörtern müssen.

4) Einfluß des Gehirns auf die Vorstellungen.

Wir kommen nun zu einer der schwierigsten Aufgaben unseres ganzen Thema's, deren Lösung auf so viele theoretische und praktische Fragen Einfluß hat, und daher schon in dem verschiedensten Sinne versucht worden ist. Daß die Centralnervenorgane überhaupt von allen körperlichen Organen am unmittelbarsten in Beziehung zum Vorstellungsvermögen stehen, ist wohl gewiß. Wir sind uns deutlich bewußt, daß unser Denken, somit auch unser Vorstellen, nur erfolgt, wenn jene inneren Bilder in uns sind, von denen wir uns ebenfalls deutlich bewußt sind, daß sie fast sämmtlich ihren Sitz im Kopfe haben (mit Ausnahme der Gefühlsvorstellungen im Rückenmarke; letzteres werde ich, um Weitschweifigkeit zu vermeiden, überhaupt nicht allemal speciell anführen, sondern bemerke ein für allemal, daß, was von den Beziehungen der übrigen Vorstellungen zum Rückenmarke gesagt wird, ebenso auch von denen der Gefühlsvorstellungen zum Rückenmarke gilt). Wir haben bei lange fortgesetztem Denken ein Gefühl der Ermüdung im Kopfe. Alle Sinnesnerven, durch welche doch allein die ursprüngliche Erweckung von Vorstellungen möglich ist, laufen im Gehirne zusammen, und wir können von einem einen peripherischen Nerven afficirenden Gegenstand unmöglich eine Vorstellung bekommen, wenn der Zusammenhang desselben mit dem Gehirn an irgend einer Stelle unterbrochen wird. Am deutlichsten sprechen die pathologischen Thatsachen. Wenn auch manche pathologische Producte, welche längere Zeit zu Entstehung und Wachsthum brauchen, z. B. Cysten, keine sonderliche Störung der Vorstellungen bewirkten, weil das Gehirn sich daran gewöhnte, so ist doch bei anderen das Gehirn unmittelbar betreffenden Abnormitäten, als Hirnerschütterung, Apoplexie, Hirnentzündung, Hirnerweichung, Hirnarmuth u. dgl. m. die Schwächung oder Störung des Vorstellungsvermögens fast immer offenbar. Wir halten diese Andeutungen für hinreichend, da ohnehin kein Mensch mehr bezweifelt, daß das Gehirn von allen Organen die nächste Beziehung zum Vorstellen habe. Daher können wir auch von der Behauptung, daß andere Organe, wie Lunge, Leber, Herz, ebenfalls psychische Bedeutung hätten, Umgang nehmen, da die Vertheidiger dieser Annahme jene psychische Bedeutung mehr nur auf das Gefühlsvermögen beschränkten, und nie auf das Vorstellungsvermögen, welches auch sie immer dem Gehirne zuschrieben. Ziehen wir dabei vollends in Erwägung, daß Krankheiten jener anderen Organe in den bei weitem meisten Fällen keine Stö-

rung der Vorstellungen zur Folge haben (nämlich direct, ohne Dazwischentreten krankhafter Gefühle), und daß sich, wo dies der Fall ist, ein secundäres Ergriffensein des Gehirns physiologisch oder anatomisch fast stets nachweisen läßt, so möchte auch von dieser Seite die vor allen anderen Organen nur dem Gehirne zukommende unmittelbare Beziehung zu den Vorstellungen nicht mehr beanstandet werden dürfen.

Eine weitere Frage ist nun aber die, von welcher Beschaffenheit dieser anerkannte Einfluß des Gehirns auf das Vorstellungsvermögen sei. So viel ist gewiß, daß das Gehirn zu den Wahrnehmungsvorstellungen wie zu denen der Reproduction die Bilder, den Stoff liefert. Wie ist es aber mit der Vorstellung selbst? Wird diese auch durch das Gehirn erzeugt? Bestimmt das Gehirn den Gang der Associationen, die Schnelligkeit und Leichtigkeit der Uebergänge? Ist jede Vorstellung vielleicht nur eine Thätigkeit eines gewissen Hirntheiles? Verhält sich das Gehirn überhaupt positiv, als zureichender Grund, oder negativ, hemmend? So wichtig alle diese Fragen für die Lehre vom Wahnsinn und von den Delirien sind, so wollen wir doch, um reinere Resultate zu erhalten, bei ihrer Beantwortung jene krankhaften Verhältnisse noch so wenig als möglich berücksichtigen, und einstweilen mehr nur von den Erscheinungen des gesunden Lebens ausgehen.

Beurtheilen wir zuerst die Annahme, daß die Vorstellungen ein Erzeugniß des Gehirns seien. Wollen wir einerseits nicht apodiktisch verfahren, andererseits uns aber auch nicht in unabsehliche Streitigkeiten verwickeln, so ist vor Allem nothwendig, die Streitfrage gehörig zu stellen, und sich klar zu werden, was eigentlich vom empirischen Standpunkte aus geleistet werden könne. Wir können hier nicht ausmachen und die Frage nicht davon abhängig machen wollen, ob die Seele ein immaterielles Wesen oder so viel wie Gehirnthätigkeit sei. Nur das müssen wir als unzweifelhaft festhalten, daß alle psychische Thätigkeit etwas Besonderes, von dem physischen (vegetativen und dynamischen) Leben des Gehirns Verschiedenes ist, wobei wir der Gegenpartei immer noch die Möglichkeit lassen, zu glauben, die Seele sei nur eine Außerungsweise, nur die psychische Seite des Gehirns. Obige Frage reducirt sich daher auf die, ob das Gehirn dadurch, daß es physisch thätig ist, eo ipso auch psychisch thätig sei, ob auf diese Weise bestimmte psychische Veränderungen immer nur durch bestimmte physische Veränderungen möglich sind, und ob, weil alles Physische räumlich ist, den verschiedenen psychischen Verrichtungen gewisse Orte und Stücke des Gehirns entsprechen, oder ob dieses Alles von physischen Verhältnissen in gewissem Betracht unabhängig sei? Was vom Psychischen überhaupt gilt, gilt nun in specie hier von den Vorstellungen.

Daß gewisse Theile des Gehirns bloß psychische, andere bloß physische Wirkungen hätten, muß nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft verneint werden. Vivisectionen geben immer nur Aufschluß über die Beziehungen der Gehirnorgane zu diesen und jenen körperlichen Gebilden, und auch diesen nicht vollständig; was man daraus vollends für das Psychische zu schließen hat, muß man eben bloß schließen und denken. Die vergleichende Anatomie giebt uns noch gar keine Anhaltspunkte. Was aber die Pathologie anlangt, so spricht diese entschieden gegen eine solche Abtheilung der Hirnorgane in psychische und physische. Es wäre unmöglich, alle hier einschlägigen Thatsachen anzuführen, und zwecklos, bloß einige zu citiren; allein ich kann mit Bestimmtheit versichern, durch die große Masse der Geschichten von Kopfverletzungen und Hirnkrankheiten, die ich zu diesem Zwecke gelesen habe, zu dem gewissen Resultate gekommen zu sein, daß es keinen Theil des Gehirns giebt,

der bei seiner Verletzung stets entweder bloß physische oder bloß psychische Störungen veranlaßt hätte. Wozu nun doch immer noch besondere psychische Organe im Gehirn annehmen, während man doch stets bekennen muß, daß sie nicht zu finden seien?

Daß aber die Vorstellungen ferner nicht bloß durch eine physische Veränderung in der Hirnsubstanz erzeugt werden, beweisen folgende Umstände:

1) Die Vorstellung selbst ist, wie wir gesehen haben, nichts Räumliches, sie kann nicht mit den Sinnen wahrgenommen werden.

2) Es kann ein materieller Eindruck auf das Gehirn stattfinden, ohne daß eine entsprechende Vorstellung daraus hervorginge. Die Sinnesempfindungen erzeugen in uns Hirnbilder, wenn aber die Seele nicht aufmerksam darauf ist, so entsteht keine Vorstellung.

3) Hirnbilder können, wie wir gesehen haben, nur durch äußere Sinnesaffectionen oder durch Vorstellungen hervorgerufen werden, und ihre Association wird von der der Vorstellungen bestimmt; daher kann nicht umgewendet das Gehirn den Associationen der Vorstellungen ihre Richtung geben.

4) Die physische Gehirnthätigkeit ist stets einer Menge zufälliger Einwirkungen ausgesetzt, welche an und für sich zwar keine neue Vorstellungen geben, aber doch die Gehirnfasern einmal in diesen, einmal in jenen Zustand versetzen, wonach sich auch deren Vorstellungsthätigkeit richten müßte (wir erinnern nur an die verschiedenen Stoffe, die täglich durch die Speisen in's Blut kommen). Hienach wäre es aber unmöglich, constante Gesetze der Association zu finden, wie sie doch wirklich bestehen.

5) Diese Schwierigkeit würde auch nicht gehoben, wenn man, wie früher Einige gelehrt haben, annehmen wollte, daß jede einzelne Vorstellung durch eine einzelne Faser des Gehirns repräsentirt werde. In diesem Falle könnten sich Vorstellungen nur so associiren, daß die Reizung einer Faser die Reizung entweder einer zunächst gelegenen oder derjenigen zur Folge hätte, welche mit der ersten früher zugleich oder unmittelbar vor oder nach ihr gereizt worden war. Nun könnte aber eine einzelne Faser entweder nur eine Total- oder nur eine Partialvorstellung enthalten; denn daß die eine Faser die Totalvorstellung enthielte, und die andere eine zu dieser gehörige Partialvorstellung, wäre widersinnig. Mag man nun annehmen, welchen Fall man will, so findet man, daß die Association der Vorstellungen nach Aehnlichkeit unmöglich wird. Denn enthält jede Faser eine Totalvorstellung, so kann sich eine Totalvorstellung immer nur mit einer andern Totalvorstellung associiren, während doch die Association darin besteht, daß Vorstellungen als ehemalige Theilvorstellungen einer und derselben Totalvorstellung gefunden werden. Enthält aber die Faser nur eine Partialvorstellung, so kann es nie zu einer abgeschlossenen Totalvorstellung kommen, weil mit jeder solchen Partialvorstellung sich alle möglichen anderen Partialvorstellungen, die je mit ihr zugleich vorhanden waren, associiren werden, und, da dasselbe bei jeder einzelnen zugleich gereizten Faser der Fall sein muß, mit einem Schlage ein unermeßlicher Schwarm von Vorstellungen da sein würde, die aber alle nur bunt unter einander lägen, ohne irgendwie eine Totalvorstellung bilden zu können. Uebrigens würden auch die Gehirnfasern auf keine Weise für alle unsere Vorstellungen ausreichen. Denn die Gehirnfasern sind, wenn auch mit großer Mühe, mikroskopisch gewiß zählbar, und noch gewisser berechenbar, die Zahl unserer möglichen Vorstellungen aber geht in's Unendliche, und wollte man sie dennoch nach einem ungefähren Maßstabe schätzen, so würden schon nach Haller's Berechnung in einem gewöhnlichen Gehirn 205,452 Vorstellungen auf jede Faser kommen.

6) Eine andere Annahme wäre die, daß gewisse Reihen und Gruppen von Vorstellungen je nach ihrem Inhalte besondere größere Organe im Gehirn hätten. Es ist allerdings möglich und wahrscheinlich, daß gewisse Hirnregionen vielleicht mehr Beziehung zu Gesichtsvorstellungen, andere zu Gehörsvorstellungen u. s. f. haben, aber mehr kann man auch nicht einmal vermuthen, und die pathologische Anatomie giebt nicht im Mindesten schon solche übereinstimmende Data an die Hand, aus denen sich irgend etwas folgern ließe. Keinesfalls aber dürfte man die Sache so weit treiben, zu sagen, religiöse Vorstellungen säßen hier, künstlerische da, naturhistorische dort, da einzelne Vorstellungen eine solche Bedeutung ja nur durch die verbindende Idee bekommen, und, als Einzelvorstellungen, weder religiöse, noch künstlerische, noch naturhistorische sind, wohl aber zu allen diesen werden können.

Aus dem Bisherigen ersehen wir also, daß die Vorstellungen nicht ein Erzeugniß eines physischen Gehirnactes, sondern ein selbstständiges Product der Seele sind. Es bleibt uns daher nur übrig, ihre Beziehung zum Gehirn als eine mittelbare zu betrachten. Nur sofern sie Hirnbilder anregen, wirken sie auf das Gehirn, und nur sofern sie Hirnbilder zur vollen Entwicklung nöthig haben, hat das Gehirn Einfluß auf sie. Ob dabei einzelne Theile des Gehirns speciellere Wirkungen haben, muß einstweilen, wie gesagt, unentschieden bleiben. Die Pathologie lehrt uns keinen Theil des Gehirns kennen, welcher bei seinen krankhaften Alterationen innere Vorstellungsstörungen und überdies allemal dieselben bewirkt hätte. Wir sind daher zu der Annahme genöthigt, daß solche Störungen nur auf die Vorstellungen wirken, wenn sie auch das übrige Gehirn in Mitleidenschaft ziehen, und können somit nur das Gehirn im Ganzen als auf die Vorstellungen influirend betrachten. Daß die Vorstellungen ihre Bilder in beiden Hirnhälften zugleich haben, und diese daher für einander vicariren können, ist wohl möglich, obgleich es kaum eine einigermaßen beträchtliche Abnormität in einer Hirnhälfte geben dürfte, die nicht in anderen Fällen trotz der materiellen Unversehrtheit der andern Hirnhälfte eine Vorstellungsstörung bewirkt hätte. Nur dem Rückenmarke scheint eine specielle Beziehung zu den Gefühlsvorstellungen des Rumpfes beigelegt werden zu müssen. Wer hiezu ungläubig den Kopf schüttelt, den erinnern wir, wie wir gezeigt haben, daß man nicht umhin könne, dem Rückenmarke die Vermittlung von Gefühlsempfindungen beizulegen, und daß deßhalb durchaus kein Grund da sei, zu bezweifeln, daß die Seele, indem sie Gefühlsvorstellungen reproducirt, nicht direct und unmittelbar das Rückenmark zu der Reproduction der entsprechenden Gefühlsbilder anregen könne. Das Gehirn ist dabei nur deßhalb nothwendig, weil, wenn die Seele aus und an einer Empfindung eine Vorstellung bilden soll, sie seien innere oder äußere, sie sich derselben bewußt werden muß, was wegen des im Gehirn enthaltenen Centralorgans des Bewußtseins nur geschehen kann, wenn der gehörige Zusammenhang mit dem Gehirn und die nöthige Integrität des letztern stattfindet. Am wenigsten Beziehung zu dem Vorstellungsvermögen scheint übrigens das kleine Gehirn zu haben, welches vorzugsweise dem Bewegen vorsteht, und erst später mehr betrachtet werden soll. — Ob nun ferner in den Centralorganen mehr die Fasern oder mehr die Bläschen, die Ganglienkugeln, beim Vorstellen wirksam sind, läßt sich gegenwärtig auch noch nicht bestimmen; aus dem, was die Physiologie darüber lehrt, läßt sich einstweilen nur schließen, daß die graue Substanz wichtiger als die weiße für die Erzeugung des Nervenprincips sei, aber vielleicht auch nur in Wechselwirkung mit dieser. Wir lassen diese für jetzt unfruchtbaren und nur zu Hypothesen führen-

den Erwägungen bei Seite, und wenden uns sogleich zu dem Einfluß des Gehirnzustandes überhaupt auf die Vorstellungen.

Hier müssen wir zuerst den unmittelbaren Einfluß von dem mittelbaren unterscheiden. Der letztere besteht darin, daß Hirnzustände erst auf einem Umwege durch Erzeugung von Heiterkeit, Aufgelegtheit oder Trübsinn wieder auf den Gang der Vorstellungen einwirken. Wir sprechen aber hier nur von dem directen Einfluß auf die Vorstellungen mittelst der Hirnbilder. Wir gewahren hier zwei Grundverhältnisse. Erstens nämlich hat die Gehirnthätigkeit zwei Seiten, sie kann von der Außenwelt und von der Vorstellungswelt angeregt werden. Es läßt sich denken, daß sie zu diesen verschiedenen Richtungen auch verschieden disponirt sei. Je empfänglicher sie für die eine oder die andere dieser Anregungsweisen ist, desto ausgeprägter wird auch die Neigung zu der einen oder der andern Thätigkeitsweise sein, zum Aufnehmen oder zum Reproduciren von Vorstellungen. Zweitens existirt davon unabhängig eine Verschiedenheit in der Intensität der Gehirnkraft überhaupt. Wie jedem Organ, so kommt auch dem Gehirn eine in seiner Substanz begründete größere oder geringere Geschicklichkeit zur Ausübung seiner Functionen überhaupt zu, es kann sich in den relativen Zuständen des Tonus und der Atonie befinden, welche selbst wieder sowohl angeboren als erworben sein können. Das erste dieser beiden Grundverhältnisse bestimmt, ob der betreffende Gehirnzustand mehr für die Aufnahme äußerer oder innerer Gehirneindrücke geeignet sei; das zweite den Erregbarkeitszustand des Gehirns und dadurch die leichtere oder schwerere Erregung seiner Thätigkeit, innerer oder äußerer Hirnbilder, überhaupt. Beide in ihrer gegenseitigen Durchdringung geben die verschiedenen Modificationen, unter denen das Gehirnleben auftreten kann. Die ursächlichen Momente derselben können aber verschieden sein, und wir wollen die hauptsächlichsten betrachten.

1. Anlage. Wir sehen, daß manche Leute von Geburt aus, um einen Ausdruck Göthe's zu gebrauchen, eine glückliche Sinnlichkeit haben, sie nehmen äußere Eindrücke leicht und lebhaft auf, eine Gabe, die von so großem Werthe für gewisse Berufsarten ist. Andere sind in eben diesem Verhältniß stumpf, sie bemerken nichts. Wir wollen uns nun hier nicht in den Streit einlassen, ob die psychischen Anlagen in der Seele oder im Körper begründet sind. So sehr wir indeß überzeugt sind, daß in Fällen der genannten Art häufig genug die Anlage in der angeborenen Beschaffenheit des Vorstellungsvermögens selbst, wenigstens zugleich mit der körperlichen, begründet sei, so weis't uns doch oft die Bildung des Schädels und die ganze Körperconstitution deutlich auf eine physische Beschaffenheit des Gehirns als eine zum wenigsten mitwirkende Ursache hin. Diese Ursache ist aber nicht schlechthin eine Stärke oder Schwäche der Gehirnthätigkeit. Denn wir sehen öfters, daß Solche, die sehr lebhaft und schnell aufnehmen, verhältnißmäßig wenig Lebhaftigkeit der Einbildungskraft und kein sehr treues Gedächtniß haben, während Andere, die schwer aufnehmen, oft eine starke Einbildungskraft haben; und an Kindern bemerkt man, daß einige leicht lernen und schnell vergessen, während andere schwer lernen, aber das Gelernte behalten. Eine absolute Stärke oder Schwäche des Gehirns ist also nur da anzunehmen, wo neben gehöriger Leichtigkeit der Eindrücke auch eine lebhafte Einbildungskraft, oder neben Schwäche der Eindrücke auch eine schwache Einbildungskraft statthat. Wo sich aber diese beiden entgegengesetzt sind, wie in den angeführten Fällen, da muß man nothwendig eine verschiedene Richtung der Gehirnthätigkeit annehmen, eine mehr der Außenwelt zugewendete und eine nach innen gekehrte. Ob hiebei die Straffheit, Weichheit, Zartheit, Trockenheit der Hirnfasern eine Rolle spiele,

kann nur durch sorgfältige anatomische Beobachtungen ermittelt werden. Etwas Wahres kann an jenen jetzt veralteten Ideen allerdings sein, aber die Alten haben sie zu übereilt als ausgemachte Wahrheit angenommen, und überdies aus ihnen mehr erklärt, als man aus ihnen erklären konnte, auch wenn sie wahr wären. — Das Gehirn kann auch eine Anlage für bestimmte Arten von Vorstellungen haben. Der Eine ist mehr für Gehörsvorstellungen (Musik, Redekunst), der Andere für Gesichtsvorstellungen (Malerei, Geometrie), ein Dritter für Gefühlsvorstellungen (manuelle Untersuchungen, feine Handarbeiten) gemacht. Ob diese Verschiedenheiten ihren Grund in besonderen Organen haben, muß noch unbestimmt gelassen werden; für die Gesichtsvorstellungen möchte schon dies eine Schwierigkeit darbieten, daß sich der Sehnerv auf so viele Theile verbreitet. Warum manche Thiere Musik lieben, andere nicht, ob im Gehirn der Singvögel ein besonderes Tonorgan ist, das anderen Vögeln fehlt, und warum doch die Singvögel die Worte des Menschen viel schwerer unterscheiden, als der nicht musikalische Hund, Alles das liegt noch in tiefem Dunkel. —

In vielen Fällen ist die angeborene Disposition im Gehirn selbst begründet, und hier kann seine Größe oder Kleinheit, Weichheit oder Härte, Schwere oder Leichtigkeit, in Betracht kommen, was aber Alles noch weiterer Aufklärung bedarf. In anderen Fällen ist die Beschaffenheit des Gehirns wahrscheinlich mit durch die allgemeine Constitution bedingt. Mit der torpiden und lymphatischen Constitution ist oft Gehirnschwäche, mit der capillären (dem sog. sanguinischen Temperament) Lebhaftigkeit der Eindrücke mit oder ohne Lebhaftigkeit der Einbildungskraft, mit der sensibeln, reizbaren Constitution mehr Einbildungskraft, mit der venös-sensibeln meistens schwere Erregbarkeit durch äußere Eindrücke, aber intensives Anhalten der inneren Bilder verbunden.

2. L e b e n s a l t e r. Da in der normalen Entwicklung die psychische mit der physischen Hand in Hand geht, so ist es sehr schwer auszumachen, welche Veränderungen der vorstellenden Thätigkeit in jeder Lebensperiode auf Rechnung der Seelen- oder der Gehirnentwicklung zu schreiben seien, und es sind deßhalb hier nur Andeutungen möglich. Im ersten Kindesalter kann weder von einem Tonus noch von einer Atonie des Gehirns die Rede sein, sondern dieses ist, wenn man sich so ausdrücken darf, erst auf dem Wege, sich einen Tonus zu erwerben. Sowohl die inneren als äußeren Bilder werden daher noch wenig lebhaft sein, womit sowohl die Beobachtung der Kinder, als auch die Erwägung übereinstimmt, daß eine solche Einrichtung nicht anders als zweckmäßig sein kann. Was aber die Reproduction von Hirnbildern durch Vorstellungen betrifft, so läßt sich zwar darüber nichts festsetzen, ist aber aus mancherlei hier nicht weiter zu erörternden Gründen zu vermuthen, daß sie um diese Zeit vielleicht sogar verhältnißmäßig stärker sei, als das Aufnehmen. In den folgenden Lebensaltern haben wir keine so bestimmte Anhaltspunkte, daß wir über das deßfallsige dynamische Gehirnleben etwas Gewisses und Allgemeines aussagen könnten. Im Greisenalter tritt aber offenbar die aufnehmende Richtung wieder mehr zurück, und die innerliche reproductive anfangs wieder vor. Der Greis faßt das ihn Umgebende nicht mehr so lebhaft auf, behält es daher auch nicht so leicht, reproducirt dagegen öfter die ihm geläufigeren Bilder aus früheren Zeiten, und läßt sich nicht leicht von seinen Gedanken abbringen. Nach und nach, jedoch nur bei hoher Schwäche, scheint auch das innerliche Bilden aufzuhören.

3. G e s c h l e c h t. Bei den Weibern scheint im Allgemeinen die receptive Hirnthätigkeit vor der innerlich bildenden vorzuwalten. Sie bemerken im Ganzen Alles leichter, als die Männer, aber an Stärke der Einbildungskraft stehen

sie zurück. Nie wird daher das Weib den Mann in Künsten, wo innerliche Plastik nöthig ist, wie Malerei, Sculptur, Poesie u. s. f., oder in Wissenschaften, wo man innere Vorstellungen lange festhalten muß, erreichen. Dergleichen hat offenbar auch seine psychischen Gründe, aber sicherlich muß ihnen auch das Physische entsprechen. Das weibliche große Gehirn ist leichter als das männliche; zum innerlichen Bilden wird aber auch mehr Kraft erfordert.

4. Uebung. Durch öfteres Wiederholen derselben Gehirnbilder erhält das Gehirn eine Fähigkeit und Neigung, dieselben vorzugsweise wieder zu erzeugen. Hierauf beruht zum Theil die Erwerbung eines treuen Gedächtnisses, ferner die Erziehung zu gewissen Kunstfertigkeiten, zur Musik u. dgl.

5. Schlaf und Wachen. Wir betrachten hauptsächlich die Schläfrigkeit und das Einschlafen. Wie sich im Schlafe die physische Thätigkeit des Gehirns auf wenige zur Erhaltung des Lebens nothwendige Functionen beschränkt, so schrumpft auch das Vorstellungsvermögen zusammen, wahrscheinlich bis auf eine einzige Vorstellung, welche durch den Schlaf hindurch bleibt und den Faden bildet, an dem die wache Thätigkeit wieder anknüpft. Der Uebergang vom Wachen zum Schlafen geschieht aber gewöhnlich nicht plötzlich, sondern durch den Uebergangszustand der Schläfrigkeit. Wenn wir schläfrig werden, so wird zuerst das Aufnehmen der Außenwelt schwieriger, weniger lebhaft, wir sehen und hören undeutlicher, und fühlen, daß die Sinnesaffectionen unserem Gehirn beschwerlich fallen. Dagegen erhebt sich die innere Vorstellungswelt, bunte Bilder eilen vor uns vorüber; nach und nach werden aber auch diese matt, und beim wirklichen Einschlafen hört überhaupt aller Vorstellungswechsel auf. Das Ueberwiegen der Reproductionsbilder dauert daher nur kurze Zeit. Wenn nämlich das Gehirn sich dem Schlafzustande nähert, so giebt es zuerst seine nach außen gerichtete Thätigkeit auf, die innere kann daher auf kurze Zeit allein vorherrschen, und sogar eine etwas größere Stärke erlangen, als sonst. Da nun die Seele nicht mehr zur Bildung von Wahrnehmungsvorstellungen determinirt wird, aber doch auch ihre Thätigkeit nicht plötzlich einstellen kann, so bildet sie eine Zeit lang nur reproducirte Vorstellungen, bis das Gehirn nach und nach auch für diese die Bilder versagt, und völliger Stillstand eintritt. — Befördert wird dieses innerliche Vorstellen beim Einschlafen durch das Schließen der Augen. Dunkelheit und äußerliche Stille müssen natürlich, da sie wenig Wahrnehmungsvorstellungen liefern, die Reproduction begünstigen. Man sollte denken, dadurch müßte auch das Denken überhaupt befördert werden, aber nach Müller's richtiger Bemerkung ist man im Dunkeln nie besonders geistreich. Man kann dies verschieden erklären. Es ist möglich, daß das Licht einen besonders bethätigenden Einfluß auf das Leben des Gehirns äußert; warum hat aber diesen Einfluß nicht auch der Schall, da wir bei äußerer Stille doch besser denken können, als bei vielem Geräusch? Ich glaube daher, das Nichtgeistreichsein im Dunkeln ist daraus zu erklären, daß uns jede geistige Arbeit im Dunkeln etwas Ungewohntes ist, daß uns daher immer die Vorstellung der Dunkelheit als etwas Unbequemes in die Quere kommt. Bei der Stille findet dieses nicht Statt, weil diese viel häufiger und uns viel gewohnter ist.

6. Körperliche Einflüsse auf das Gehirn. Diese bestehen großentheils und hauptsächlich in der Beschaffenheit und Wirkungsweise des Blutes. Ein leichter Blutreiz, ein etwas stärkeres Circuliren des Blutes im Gehirn bethätigt dessen Leben. Schon eine etwas stärkere Bewegung, schnelles Gehen, Turnen, bewirkt durch Anregung der Herzthätigkeit und dadurch verursachten schnellern Blutumlauf im Gehirn lebhaftere Vorstellungen. Manche Menschen haben im Liegen eine lebhaftere Einbildungskraft, als im Stehen,

und manche Vorstellungen drängen sich dann so stark auf, daß einem ein Gedanke im Liegen allerdings gefallen kann, der einem im Stehen nicht mehr gefällt. Leute, welche nahe daran waren, zu verbluten, beschrieben später ihren Zustand so, daß anfangs sich die Vorstellungsbilder in schneller Folge einander verdrängt hätten, nach und nach aber blasser und unbestimmter geworden seien, bis endlich nur eine einzige dunkle Vorstellung mit schwankender Stärke vor ihnen geschwebt sei, welche zuletzt völliger Bewußtlosigkeit Platz gemacht habe. Hier hatte der beginnende Blutmangel anfänglich stärkere Herz- und Gefäßthätigkeit verursacht, wodurch gleichsam stärkere und häufigere Blutwellen gegen das Gehirn geworfen wurden, bis bei sich nahender Ohnmacht die Herzthätigkeit erlahmte. Man hat aber diesen Einfluß des Blutes zu hoch angeschlagen, und ihn falsch erklärt, indem man behauptete, jede frische Blutwelle sei unmittelbar Erzeugerin einer Vorstellung, so daß jeder neuen arteriellen Strömung auch eine neue Vorstellung entspräche, ja man hat das Auf- und Untertauchen der Vorstellungen identificirt mit dem Zuströmen des arteriellen Blutes und dessen Ablaufen als venösem. Dergleichen wird aber durch die einfache Beobachtung widerlegt, daß die Vorstellungen sich keineswegs mit einer dem Rhythmus der Blutbewegung entsprechenden Regelmäßigkeit ablösen, sondern davon ganz unabhängig längere oder kürzere Zeit verweilen, und daß sie nicht plötzlich verschwinden und eine ganz neue an ihre Stelle treten lassen, sondern nur nach einer gewissen Verwandtschaft in einander übergehen. Der Einfluß des Blutes besteht nur darin, daß es durch seinen belebenden Reiz das Gehirn in Stand setzt, lebhaftere Bilder zu produciren und dem Wechsel der Vorstellungen einen ebenso leichten und raschen Wechsel der Bilder zu bieten. Daß hiebei die Beschaffenheit des Blutes eine große Rolle spielen wird, ist klar. Blut von mehr venöser Natur, das sich träg im Gehirn bewegt, übt einen deprimirenden Einfluß auf das Gehirn, und verursacht eine Neigung, bei gewissen Vorstellungen zu verharren und dadurch Grübelei, Tiefsinn u. dgl. Die von dem reizlosen Blute bewirkte Trägheit des Gehirns äußert sich in einer Neigung, nur diejenigen Hirnbilder mit größerer Lebhaftigkeit zu wiederholen, welche ihm dermalen gerade am geläufigsten sind, und dies werden wohl kaum andere sein können, als solche, welche den Vorstellungen entsprechen, mit welchen das Individuum entweder gewöhnlich oder eben um diese Zeit am liebsten umgeht. Ein rascher Wechsel und ein Betrachten der Dinge von mehren Seiten ist dabei nicht wohl möglich. Uebrigens ist es doch auffallend, daß Cyanotische keineswegs immer trägen Geistes, sondern manche schon von Geburt an lebhaft und witzig sind. Eine Auflösung dieses Widerspruches möchte nur darin zu finden sein, daß uns Nichtcyanotischen der Reiz des arteriellen Blutes der gewohnte ist, und die Depression durch das mehr venöse nur in einem Mangel dieses gewohnten Reizes besteht, während das Gehirn der Cyanotischen von Anfang an keinen andern Reiz kennt, als dieses Gemisch von arteriellem und venösem.

Ohne Zweifel besteht die hauptsächlichste Wirkung der spirituösen Getränke, des Weines, Bieres u. s. f. in einer Aufregung des Blutes und der Herzthätigkeit. Durch die hievon bewirkte Ausdehnung und Anfüllung der Capillargefäße des Gehirns befördern sie anfangs die leichte Erzeugung und Lebhaftigkeit sowohl der Wahrnehmungs- als der Reproductionsbilder. Werden aber die Getränke in größerer Menge genossen, so entsteht eine zu große Ausdehnung der Gefäße, Atonie derseben, dadurch Blutstagnation, und Druck auf das Gehirn. Es entsteht sodann ein der Schläfrigkeit ähn-

licher Zustand. Zuerst wird die Wahrnehmung der Außenwelt schwächer, und dagegen die innere Reproduction stärker. Der Mensch überläßt sich seinen Phantasien, in einer benebelten Gesellschaft ist der Einzelne wenig fähig, den Andern geduldig anzuhören, sondern er kramt lieber seine eigenen Gedanken aus. Im höhern Grade wird alles Aeußere undeutlich, es entsteht eine Art Träumerei, auf welche zuletzt Schlaf folgt. So sehr indeß sowohl die äußere Anschauung der Berauschten als auch die Section der im Rausch Gestorbenen eine Blutüberfüllung des Gehirns darthut, so ist doch diese nicht die einzige Ursache; denn Congestionen, welche durch andere Ursachen herbeigeführt sind, z. B. durch starke anhaltende Bewegung, haben zwar im Anfang eine ähnliche Wirkung, ihre Folgen sind aber keineswegs denen der Berauschung gleich; auch unterscheidet sich ein Weinrausch sehr von einem Bierrausch sowohl in seinen Symptomen als in seinen Nachwirkungen, obgleich beide Congestionen bewirken. Es muß also dabei auch sehr auf die Qualität der Spirituosa ankommen, und sie müssen, in's Blut übergeführt, auch eine directe Wirkung auf das Gehirn ausüben, welche vermuthlich anfangs eine aufregende ist, später aber durch das Uebermaß die Kraft des Gehirns erschöpft. Reine Spirituosa haben diese Wirkung früher, Wein hingegen belebt allmäliger und länger und das Gehirn erholt sich daher auch leichter, Bier aber wirkt nicht bloß als Spirituosum, sondern auch als Narcoticum, daher gleich anfangs einigermaßen abstumpfend, was aber selten sogleich deutlich hervortritt. Die Wirkung der Narcotica ist von den Spirituosis verschieden. Sie bringen die Blutüberfüllung des Gehirns nicht durch directe Vermehrung der Gefäßthätigkeit, sondern durch Lähmung der Gefäßnerven der Capillaren und dadurch gesetzte Ausdehnung dieser hervor, und der etwaige Blutorgasmus ist bloß consecutiv, reactionär, um die Stockung zu heben. Ebenso wirken sie vom Blut aus auf das Gehirn nicht erst reizend, sondern sogleich abstumpfend, wie dies ihre locale Wirkung auf bloßgelegte Nerven beweis't. Diese Abstumpfung wird aber zuerst durch den Blutreiz überwogen, bis die in Folge der andauernden Gefäßlähmung zu groß gewordene Blutquantität ebenfalls opprimirend und daher mit jener gleichmäßig wirkt. — Kaffee, Thee, Aetherarten wirken sicherlich ebenfalls nicht bloß durch Blutaufregung, sondern unmittelbar belebend auf's Gehirn. Außer dieser aufregenden Eigenschaft im Allgemeinen scheinen sie aber noch speciell die nach auswärts gerichtete Thätigkeit des Gehirns zu befördern, daher sie den Schlaf verscheuchen, und während Einige aus Gewohnheit nur geistig arbeiten können, wenn sie Kaffee oder Thee getrunken haben, sind Andere gerade dann nur im Stande zu studiren, wenn sie keinen trinken, weil er sie zu sehr zerstreuen würde. — Das Athmen des Stickstoffoxydulgases hat ebenfalls lebhafte Reproductionsbilder zur Folge. — Nach dem Essen geht bekanntlich das Denken schwer, plenus venter non studet libenter. Die Ursache ist relativer Blutmangel des Gehirns, indem durch den Verdauungsproceß mehr Blut im Magen verbraucht, und somit in diesen, aber auch wahrscheinlich in Leber, Milz und Bauchspeicheldrüse gezogen wird. Hiedurch wird das Gehirnleben herabgestimmt, und zwar zuerst hauptsächlich in der Art, daß es weniger Neigung zur Aufnahme äußerer Eindrücke zeigt, weßhalb viele Menschen und die meisten Thiere nach dem Essen in Schlaf verfallen. Aber auch das innere Bilden wird weniger intensiv; wenn man sich nach dem Essen gern auf's Sopha legt und in Vorstellungen vegetirt, so läßt man diese eben gehen und kommen, wie sie wollen; man wird in diesem Fall aber stets finden, daß nur die uns geläufigsten Vorstellungen erscheinen,

welche daher das Gehirn auch nur zu Erzeugung der ihm geläufigsten Hirnbilder veranlassen, und somit dasselbe wenig anstrengen; auch bleiben in einem solchen Zustande eine Menge Vorstellungen dunkel. Sobald man aber anfängt, über etwas Bestimmtes scharf nachzudenken, oder zu lesen, und dadurch das Gehirn zu zwingen, in einer bestimmten Richtung anhaltend thätig zu sein, so fühlt man Ermüdung, welche bei Manchen sehr bald in Schlaf übergeht.

Was sonst noch von äußerlichen Ursachen zu bemerken wäre, schlägt Alles schon mehr in's Krankhafte, und kann um so mehr hier übergangen werden, weil die Wirkung von Gehirnkrankheiten auf die Vorstellungen erstens doch nur nach den bereits aufgestellten Principien zu erklären wäre, und zweitens, weil dieselbe im letzten Abschnitt ohnehin noch einmal zur Sprache kommen wird.

3. Sinnliches Gefühl.

Die Definition des Wortes Gefühl [1]) hat den Philosophen und Psychologen von jeher so viel zu schaffen gemacht, daß wir uns um so weniger mit einer langen Erörterung darüber herumplagen wollen, als von den Definitionen allein das Heil der Erkenntniß nicht absolut abhängt. Wir halten uns daher hier an eine der gebräuchlichsten, und bezeichnen mit dem Worte Gefühl eine große Classe von Seelenthätigkeiten, welche das Gemeinschaftliche haben, daß sie ein Innewerden eines einer bestimmten Art und Weise unseres Seins angemessenen oder unangemessenen Zustandes sind. Dabei wollen wir nur einen Einwurf berücksichtigen. Lustgefühle, sagt man, seien unserem innersten Wesen so wenig immer angemessen und Unlustgefühle immer unangemessen, daß vielmehr der breite Weg zur Verdammniß und der schmale, dornenvolle zum ewigen Leben führe. Wir könnten diesem religiösen Grund den ebenfalls religiösen entgegenhalten, daß das innerste Wesen des Menschen eben die Fleischeslust und das Dichten und Trachten des menschlichen Herzens böse sei von Jugend auf, und daß der Mensch aus eigener Kraft allein nicht gut und glückselig werden könne. Wir haben aber keineswegs nöthig, uns in solche Regionen zu versteigen. Der Mensch ist zwar ein Ganzes, er hat aber verschiedene Seiten, und stellt sich in verschiedenen Arten und Weisen des Seins dar. Jede mäßige Bethätigung einer von diesen Richtungen, bei welcher eine der im Menschen liegenden Kräfte ihre Thätigkeit frei entwickeln kann, erscheint als eine dieser speciellen Richtung angemessene, und es ist dabei an und für sich sehr gleichgültig, ob der Mensch auf der andern Seite etwas verliert. Die Forderungen des Gewissens, wenn sie nach hartem Kampfe von uns erfüllt werden, gewähren uns hohe Selbstbefriedigung, weil in diesem Augenblick unser Zustand ein dem höchsten Streben in uns angemessener ist; nichts desto weniger kann das Opfer, durch welches der Sieg errungen wurde, ein den Ansprüchen der Sinnlichkeit in diesem Augenblicke sehr unangemessenes sein. Die Sinnlichkeit ist unschuldig und blind, und nimmt jede Bejahung ihrer selbst unbefangen als etwas Angemessenes, unbekümmert um alle weitere Folgen; zu etwas Unangemessenem wird ihre Befriedigung für uns erst, sofern wir mit unseren

---

[1]) Wir brauchen kaum zu erinnern, daß man hier nirgends mehr an jenen Sinn des Wortes denken darf, in welchem es Gefühlsempfindung bedeutet.

höheren Kräften ihre weiteren Folgen erwägen oder sie mit höheren Anforderungen vergleichen. So viel genüge hierüber.

Die Zustände nun, welche wir beim Fühlen inne werden, können sowohl physische als psychische sein, das Gefühl selbst bleibt aber natürlich dabei immer etwas Psychisches. Hier haben wir es zunächst nur mit denjenigen Gefühlen zu thun, welche im nächsten Zusammenhange mit unserem physischen Zustande entstehen, von diesem unmittelbar erzeugt werden, und unmittelbar auf ihn einfließen, und die wir deßhalb sinnliche nennen. Wir zählen sie, ohne erst weitläufig ihre Möglichkeit zu deduciren, ohne Weiteres auf, wie sie in der Erfahrung vorkommen. Sie sind der Schmerz und ein ihm entgegenstehendes Lustgefühl, für welches wir aber keinen speciellen Namen haben, Heiterkeit und Düsterkeit, Angst und Leichtigkeit, Aufgelegtheit und Unaufgelegtheit, Kraft- und Schwächegefühl, Behaglichkeit und Unbehaglichkeit. Alle anderen hier nicht genannten sinnlichen Gefühle sind nur Mischungen oder Modificationen von diesen. Wir betrachten:

1. Die Erzeugung der sinnlichen Gefühle aus den Körperzuständen.
2. Die Verhältnisse der sinnlichen Gefühle unter sich selbst, und
3. zu den Vorstellungen.
4. Den Einfluß der sinnlichen Gefühle auf das Physische.

1. Wenn wir hier von Erzeugung der sinnlichen Gefühle aus Körperzuständen sprechen, so müssen wir sogleich bemerken, daß dieses nicht der einzige Weg ihrer Entstehung ist. Sie können in potentia in der Seele zurückbleiben und durch Association später wieder erregt werden, können aber auch durch höhere Gefühle hervorgerufen werden, wie z. B. die Heiterkeit durch die Freude, die Unbehaglichkeit durch den Aerger. Von diesen Verhältnissen wird jedoch erst später die Rede sein, und wir betrachten zuerst ihre physische Entstehung, wie wir auch bei den Vorstellungen zuerst die Wahrnehmungen behandelt haben.

Wir können aber der Natur der Sache nach die Erzeugung der sinnlichen Gefühle nicht von dem Einflusse der Centralnervenorgane auf sie gesondert darstellen, wie wir dies bei den Vorstellungen gethan haben, sondern müssen Beides verbinden. Die sinnlichen Gefühle, sofern sie aus dem Körper entstehen, geben uns nämlich Nachricht von dem angemessenen oder unangemessenen Zustande desselben, und da ihre Verschiedenheit selbst in der Verschiedenheit dieser Zustände begründet ist, so kann ihre nähere Erörterung in Bezug auf Entstehung nicht ohne Nachweis der letzteren geschehen. Nun müssen wir aber aus allgemeinen Gründen annehmen, daß die Körperzustände nur durch die Centralnervenorgane auf die Seele wirken, und auf den Zustand der letzteren wird es daher am Ende hauptsächlich ankommen. Einige haben dies geleugnet, und behauptet, die Gefühle würden nicht erst durch die Centralnervenorgane, sondern, wenn sie durch Zustände parenchymatöser Organe hervorgerufen würden, von diesen selbst unmittelbar in der Seele bewirkt. Dagegen bemerken wir einstweilen nur im Allgemeinen Folgendes. Es ist ausgemacht, daß alle Functionen des Körpers, animalische und vegetative (ob das Wachsen der Nägel und Haare eine Ausnahme macht?) unter Einfluß der Nerven, also auch der Centralnervenorgane, stehen. Findet daher in jenen eine Unordnung Statt, so sind entweder die Nerven daran Schuld, oder das Organgewebe nebst Blut und Plasma. Im letztern Falle müssen aber nothwendig auch immer die Nerven mitleiden, in-

dem ihre Wechselwirkung mit dem Blut und Parenchym irgendwie gestört wird, und das Centralorgan, aus dem sie entspringen, muß also auch leiden. Ueberdies kann je nach der Veränderung der erkrankten Organe auch unmittelbar durch Veränderung der Blutmischung eine Einwirkung auf die Centralnervenorgane stattfinden. Es ist ferner gewiß, daß sinnliche Gefühle durch Zustände der Centralnervenorgane stattfinden können, ohne daß andere körperliche Organe vorher gelitten hätten, und daß sehr oft große Veränderungen in letzteren vorgehen, ohne daß eine Veränderung in den sinnlichen Gefühlen bemerkbar wäre; so haben Unterleibskrankheiten nicht immer Einfluß auf die Gemüthsstimmung, große Abmagerung ist nicht immer mit Schwächegefühl verbunden. Mich dünkt, wenn man dieses Alles zusammenhält, so ist der Schluß natürlich, daß körperliche Zustände sinnliche Gefühle nur vermittelst des Nervensystems bewirken. Andere Beweise pro und contra sind nicht möglich, weil man keinen directen Versuch anstellen kann, wie sich die Seele verhält, wenn aller Zusammenhang der Centralnervenorgane mit dem übrigen Körper aufgehoben ist. Daß Thiere, bei denen man noch keine Nerven kennt, muthmaßlicher Weise dennoch Gefühl haben, ist kein Beweis gegen uns, da wir nicht behaupten, daß sinnliches Gefühl nicht ohne Nerven bestehen könne, sondern nur, daß es da, wo es durch Zustände nervenbegabter Körper erregt wird, nur durch Vermittlung der Nervenorgane bewirkt werden könne. Und nun zum Einzelnen.

Einer der gewöhnlichsten sinnlichen Gefühle ist der *Schmerz*. Da, so viel uns bekannt, demselben in diesem Werke ein eigener Artikel gewidmet werden wird, so begnügen wir uns, nur das für unsere Zwecke Nothwendigste von ihm zu berühren. So viel scheint gewiß, und darin stimmen die Meisten überein, daß er durch einen allzustarken Reiz der Empfindungsnerven entsteht. Da er aber nicht etwas bloß Physisches ist, sondern in einer Affection der Seele durch Physisches besteht, so fragt es sich, zu welcher Classe von Seelenzuständen er gehört. Zuvörderst ist klar, daß er nicht bloß eine Steigerung der übrigen sinnlichen Unlustgefühle ist, indem Düsterkeit, Unaufgelegtheit, Angst, Schwächegefühl und Unbehaglichkeit selbst in ihrer höchsten Steigerung nie zum Schmerz werden. Auch kann das Organ, welches den Uebergang vom physischen Reiz zur Seele vermittelt, hier weder bloß das Gehirn, noch Rücken-, noch verlängertes Mark sein, denn die Reizung eines sensitiven Nerven würde in diesen allein ebenfalls bloß lebhafte Vorstellungen oder Reflexbewegungen veranlassen, ohne Schmerz zu erzeugen; sie muß also, um diesen zu erzielen, zu einem bestimmten besondern Organe, dem Sensorium commune, gelangen. Dieser Umstand und der, daß Schmerz nie ohne Bewußtsein möglich ist, bestimmt mich zu der Annahme, daß der Schmerz in letzter Instanz durch den muthmaßlichen Inhalt der Hirnhöhlen vermittelt werde. Die Beweise für diese Hypothese scheinen mir in Folgendem zu liegen. Wir haben schon bei dem Abschnitt über das Bewußtsein von einem Grundgefühl der Seele gesprochen, wodurch sie sich und ihren Organismus als eines fühlt, und aus dessen Zusammentreffen mit der Empfindung das Bewußtsein resultirt. Mit jeder bewußt werdenden Empfindung wird auch dieses Gefühl bewußt; wir merken aber im gewöhnlichen Leben nicht auf dasselbe, weil es immer dasselbe bleibt; uns interessirt mehr die Veränderung, die Mannichfaltigkeit der Empfindungen. Es drängt sich uns nur auf, wenn es sich in einer bestimmten Qualität darstellt, wenn es durch fremde Einwirkung entweder außergewöhnlich bestärkt oder verneint wird. Das Erste geschieht durch mäßig starke, einen mittlern

Grad von Nerventhätigkeit erregende, das Zweite durch sehr starke, die Nerventhätigkeit heftig erregende Reize. Es kommt also bloß auf den Grad der Nervenerregung an, ob ein qualitativ gleicher Reiz Lust oder Schmerz erregt und nicht bloß darauf, ob derselbe im Allgemeinen an und für sich angenehm oder unangenehm sei. Denn unangenehm und schmerzhaft fällt nicht zusammen; es kann ein Ton unangenehm sein, wenn er auch sehr schwach ist, und ein sonst angenehmer durch übermäßige Stärke uns Schmerz verursachen. Solche Empfindungen, die im gewöhnlichen Grade angenehm sind, können durch Steigerung plötzlich zum Schmerz werden, ohne erst durch eine Mittelstufe hindurch zu gehen, wie z. B. der Kitzel, namentlich aber die Wollust, die gerade auf dem höchsten Gipfel der Lust unmittelbar in Schmerz umschlägt. Die Frage ist aber nun, inwiefern eine heftige Nervenerregung zur Folge haben kann, daß das Einheitsgefühl zum Schmerz wird. Die teleologische Beantwortung dieser Frage pflegt zu sagen, der Schmerz gebe uns kund, daß eines unserer Organe in Gefahr sei, daß unserem Leben Schaden drohe u. dergl., aber gerade bei den gefährlichsten Uebeln, bei Brand und Lähmung, fehlt der Schmerz. Sicherlich muß also in den leidenden Gebilden, wenn sie Schmerz verursachen sollen, noch lebendige Reaction sein, und der Schmerz mag daher eine Gegenwehr des Nerven gegen ein feindliches übermächtiges Moment sein. Jedenfalls werden wir demzufolge den Faden zur Lösung unserer Frage in der eigenthümlichen Beschaffenheit der Nervenerregung selbst suchen müssen. Wir bemerken nämlich, daß, wenn heftige äußere Reize den Nerven treffen, in demselben Augenblicke, wo der Schmerz eintritt, der Nerve aufhört, gegen äußere Reize nach seiner gewohnten eigenthümlichen Weise zu reagiren. Wenn wir uns den Finger verbrennen, so können wir an der gebrannten Stelle nicht mehr fühlen und tasten, wir bekommen durch dieselbe nicht mehr die entsprechende Gefühlsempfindung, die sonst der Gegenstand bewirken würde, sondern wir können nichts mehr damit empfinden als Schmerz (und Lust, z. B. bei wohlthuenden Ueberschlägen). Blendung durch grelles Licht raubt uns die Möglichkeit, äußere Gegenstände zu sehen. Die Empfindung beim Schmerz ist somit immer eine höchst gesteigerte subjective. Indem der Nerv durch seine subjective Thätigkeit verhindert wird, von außen her weiter in Anspruch genommen zu werden, schließt er die weitere Einwirkung feindlicher Reize von sich ab. Was die Congestion im Gefäßsystem ist, ist der Schmerz im Empfindungsnerven. Wenn der Nerv sich durch Einschrumpfen, Zusammenkriechen helfen könnte, so würde er es thun; aber so ist sein einziges Mittel, sich gegen außen zu schützen, die subjective Ueberreizung seiner Energie. Er sucht seine Existenz zu behaupten, um nicht gelähmt zu werden (wie starkes plötzliches Licht zuweilen plötzliche Blindheit, ein starker, plötzlicher Schall Taubheit ohne Seh- und Hörschmerz bewirken). Derselbe Vorgang wiederholt sich nun im Organe des Bewußtseins, des Einheitsgefühls. Der übermächtige Eindruck von Seite des Nerven zwingt dasselbe, um nicht zu unterliegen, seine ganze Kraft diesem Eindrucke entgegen aufzubieten und zu concentriren, und es wird in diesem Augenblicke mehr oder weniger für andere Eindrücke unempfänglich. Diese gewaltsame Wegreißung vom übrigen Organismus und das Hinzerren auf einen einzelnen Eindruck greift vernichtend in das Einheitsgefühl der Seele ein, welches eben dadurch zu einem Vernichtungsgefühl wird. Und darin besteht der Schmerz. Charakteristisch bezeichnet daher die Sprache einige Arten des Schmerzes mit dem Worte Zwang (wie Stuhlzwang, worunter nicht die Nöthigung, zu Stuhle zu ge-

hen, sondern der Schmerz beim Stuhlgange verstanden wird; Ohrenzwang), und die Ausdrücke: vor Schmerz in den Boden sinken, vor Schmerz vergehen, weisen deutlich auf jenes Vernichtungsgefühl hin. Die Art, wie der natürliche Mensch, sowie auch das Thier, den Schmerz zu überwinden sucht, ist lediglich auf diese Entstehungsweise desselben gegründet, er schreit, stampft, beißt die Zähne zusammen, Alles bloß, um die einseitige Hinreißung des Gefühles an die schmerzhafte Empfindung zu verhindern und durch einen andern starken Eindruck ein Gleichgewicht im Bewußtsein herzustellen. Ja, sogar einen an Raserei grenzenden Zustand kann der Schmerz erzeugen, indem er den Menschen unfähig macht, andere Gedanken zu fassen, und bei der Wahl der Mittel zur Entfernung und Uebertäubung des Schmerzes mit Ueberlegung zu Werke zu gehen; er kann die heftigsten Gemüthsbewegungen des Zornes und der Wuth hervorrufen. Eigentliches Delirium aber kann er wohl nur durch hinzutretendes Fieber zur Folge haben. Da wir schon früher dem Einheitsgefühl als Organ die Hirnhöhlen vindicirt haben, und der Schmerz nicht ohne Bewußtsein möglich ist, so müssen wir consequent auch ihm die Hirnhöhlen als Organ zulegen. Außer dem schon Gesagten wird dies noch durch Folgendes erläutert. Ueberall, wo vollständige Bewußtlosigkeit ist, ist kein Schmerz. Innerliche schmerzstillende Mittel sind großentheils solche, welche in größeren Gaben Betäubung zur Folge haben. Wir wissen aber auch, daß solche Mittel sehr zu Reflexbewegungen disponiren; da nun diese überhaupt um so leichter erfolgen, je weniger die Nervenreize vom Hirncentrum aufgefaßt werden (daher bei dem völligen Mangel dieses, bei Decapitation, am leichtesten), so liegt uns die Vermuthung sehr nahe, daß es vorzüglich das Bewußtsein sei, was das Zustandekommen von Reflexbewegungen erschwert. Das sinnliche Bewußtsein ist nämlich eine Grundbedingung, ohne welche der Einfluß der Willkür auf die Bewegungsorgane nicht denkbar ist, Reflexbewegungen müssen aber um so leichter erfolgen, je weniger die Willkür ihnen hinderlich ist. Modificationen des Schmerzes sind vielleicht auch die Gefühle des Hungers und des Durstes, welche eigentlich Combinationen specifischer Empfindungen mit den Gefühlen des Schmerzes und der Unbehaglichkeit sind.

Die Heiterkeit und Düsterkeit empfinden wir im Vorderkopfe. Wir bemerken, daß gelind erregende Einflüsse auf das Gehirn Heiterkeit, übermäßig reizende oder deprimirende Düsterkeit zur Folge haben. Daher stimmen im Allgemeinen (abgesehen von gewissen Individualitäten) angenehme Gerüche, Töne und Farben uns heiter, unangenehme, namentlich trübe, schmutzige, dunkele Farben uns düster. Ein heller, heiterer Tag stimmt uns anders, als ein finsterer, wolkiger. Große Kälte und Wärme stimmen in ihrer Wirkung auf's Gehirn darin überein, und stimmen uns düster. Durch die Gewohnheit des Langeschlafens wird leicht eine gewisse Stumpfheit des Gehirns gesetzt, welche sich in Trübseligkeit und Verdrüßlichkeit äußert. Mäßig beschleunigter Blutumlauf und ein kräftiges, arterielles Blut machen uns heiter, übergroße Blutzufuhr aber, venöse Beschaffenheit oder Ueberfüllung der Blutmasse mit schadhaften Stoffen oder viel rohem Chylus, wie bei manchen Essern, die sich buchstäblich dumm essen, wässeriges oder zu wenig Blut, wie bei Chlorotischen, ferner alle Zustände, bei welchen das Gehirn einen Druck erleidet, wie Meningitis chronica, wenn sie in Exsudat übergegangen ist, Pseudoplasmen u. dergl. Alles dieses erzeugt im Durchschnitt immer eine wenigstens relativ düstere Stimmung. Es ist offenbar und wird kaum von Jemand bezweifelt werden, daß in allen

diesen Fällen zunächst das große Gehirn das die Stimmung Veranlassende ist, wenn auch die weiteren Ursachen in anderen Systemen und Organen zu suchen sind.

Aufgelegtheit und Unaufgelegtheit sind Gefühle, welche sich auf die temporäre Kräftigkeit oder Befähigung zu geistiger oder körperlicher Thätigkeit beziehen. Sofern diese vom Körper abhängt, muß sie in dem Kräftezustande entweder des Nervensystems überhaupt oder einzelner Theile desselben wenigstens mit begründet sein. Unfähigkeit, Unkräftigkeit einzelner der Willkür unterworfener Organe, wenn nicht eine Störung in ihrer Ernährung u. dgl. eingetreten ist, wenn sie also sonst ganz normal sind, kann nur darin ihren Grund haben, daß die freie Strömung des Nervenprincips zu den betreffenden Punkten gehemmt oder geschwächt ist. Nun besteht, wie wir später noch beweisen werden, einstweilen aber noch anticipiren müssen, ein besonderes Organ zu dem Zwecke, den einzelnen Organen denjenigen Zuschuß an Nervenprincip, dessen sie zur augenblicklichen Thätigkeit gerade bedürfen, zuzuleiten, und dieses Organ ist das kleine Gehirn. Ueberall daher, wo der Lebens- und Kräftezustand des kleinen Gehirns von der Art ist, daß es seine Schuldigkeit nicht gehörig oder nur träg thun kann, haben wir das Gefühl der Unaufgelegtheit. Ein großer Theil der bei der Düsterkeit angeführten Momente kann auch auf das kleine Gehirn wirken und durch dasselbe dieses Gefühl erregen. Außerdem ist besonders seine Erweichung notorisch mit großer Unaufgelegtheit verbunden. Ein leichter Blutreiz und Anregung zu mäßiger Thätigkeit des kleinen Gehirns von Seite der Seele erhöht seinen Lebenszustand, daher versetzen uns leichte Bewegungen, Fechten, Reiten, Spazierengehen in ein frischeres Lebensgefühl, wenn wir durch längere Ruhe erschlafft waren. In der muthmaßlichen Beziehung des kleinen Gehirns liegt vielleicht auch die Erklärung der Thatsache, daß längere Nichtbefriedigung des Geschlechtstriebes für den, der daran gewöhnt war, ein Gefühl von Trägheit und Apathie zur Folge hat; die allzugroße Befriedigung desselben bewirkt aber das Nämliche durch Ueberreizung.

Leichtigkeit und Angst. Das Gefühl der Angst ist ein sinnliches Gefühl, und darf durchaus nicht mit der Furcht verwechselt werden. Wir fühlen die Angst in der Brust, im Herzen, als Beklemmung, Hemmung des Athmens. Da nun dasjenige Organ, welches die Athmungsorgane vorzugsweise mit Nerven versieht, das verlängerte Mark nebst den zunächst unter ihm liegenden Theile des Rückenmarkes ist, so wird Angst überall eintreten, wo die Herz- und Athmungsthätigkeit und, entweder als Ursache oder Folge davon, auch die ungehinderte Thätigkeit des Markes gehemmt ist. Bei Luftmangel, Lungen- und Herzentzündungen, Brust- und Herzbeutelwassersucht, organischen Herzfehlern, Aneurysmen ist immer mehr oder weniger Angst zugegen. Auffallend ist dabei, daß die Phthisiker namentlich im letzten Stadium sich wenig aus ihren Leiden machen und sogar voller Hoffnung sind. In der hier stattfindenden Anämie kann der Grund nicht liegen, da Chlorotische gewöhnlich traurig sind. Vielleicht findet bei dem Verzehrungsproceß in den Lungen weniger eine Oppression der Lungenthätigkeit, als eine erhöhte Reizbarkeit in dem noch gesunden Theile der Lungen und schleunigerer Blutumlauf in denselben Statt, wofür Manches zu sprechen scheint. — Es giebt nicht leicht einen muthigen, lebensfrohen Mann, dessen Brustkasten schlecht gebaut wäre, und Asthmatiker waren wohl nie Helden. Im Reiche der Thiere finden wir ziemlich regelmäßig mit dem Vorherrschen der Athmungsorgane leichten Sinn und Lebensmuth Hand in Hand gehen, wie dies

am deutlichsten die Vögel beweisen, die aber eben deßhalb auch leicht in Angst gerathen (scheu werden). Die Vögel haben auch eine ansehnliche Medulla, während die gleichgültigen Fische nur eine platte haben. — Wenn Angst durch körperliche Zustände erzeugt wird, muß sie indeß nicht allemal ihren Sitz in den Respirationswerkzeugen haben. Die Ursache kann auch in anderen Organen sitzen, und entweder mechanisch oder durch Reflex auf die Respirationsorgane wirken. Leberanschwellung, Ueberfüllung des Magens, Tympanitis können einen Druck auf das Zwerchfell und die Lungen ausüben, bei Unterleibsentzündungen und Ileus vermehrt das Athmen den Schmerz, wird daher möglichst zurückgehalten, und verursacht so Angst. Bei Magenentzündung ist ohnedies der Vagus unmittelbar afficirt. Die sogenannte Präcordialangst scheint nichts weiter zu sein, als Angst, verbunden mit einer eigenthümlichen Empfindung in den Präcordien. Die Medulla oblongata hat durch ihre Nerven auch Beziehung zu den Empfindungen des Durstes, Hungers, Ekels, alle diese haben in höheren Graden die Angst zur Begleiterin, ja es entsteht auch Angst oft, wenn durch irgend ein Hinderniß das Schlingen erschwert ist. In diesen Fällen hat sie indeß zugleich auch schon einen psychischen Grund. Sehr oft nämlich, wenn ein heftiger Schmerz oder ein anderes sehr unangenehmes Gefühl, namentlich das der Unbehaglichkeit und der Schwäche, oder irgend eine ungewohnte bedenkliche Empfindung den Menschen peinlich afficiren, schlägt sich auch das Gefühl der Angst dazu. Dies entsteht aber sodann lediglich auf psychischem Wege; die Vorstellung der möglichen Fortdauer der peinlichen Empfindung, das Bewußtsein, daß man sie nicht werde ertragen können, der Gedanke an die möglichen Folgen, ja manchmal die augenscheinliche Lebensgefahr, erregen schnell genug intensive Furcht und Grausen, welche selbst wieder Angst zur Folge haben; hier ist dann diese nicht mehr eine bloß körperliche, sondern eine durch psychische Ursachen, durch Vorstellungen und Associationen erregte. Wir führen statt mehren nur ein Beispiel an. Bei Urinverhaltung von Blasenlähmung gerathen die Patienten, wenn dieselbe anhält, oft in die unsäglichste Angst. Hier wird man auf keine Art nachweisen können, daß die Krankheit selbst auf körperlichem Wege die Angst erzeugt habe; es sind vielmehr das andauernde höchst unbehagliche Gefühl, die ungewohnte Empfindung, die stets vergebliche Anstrengung, den Urin zu entleeren, welche durch die Vorstellung der drohenden Gefahr und des Unvermögens, durch den Gedanken, die Qual noch länger ertragen zu müssen, Entsetzen, Verzweiflung und in deren Folge intensive Angst bewirken. Man erklärt diese in solchen Fällen wohl so, daß das Leben sich gegen den eindringenden Tod sträube, daß Angst überall eintrete, wo dem Leben des Ganzen Gefahr drohe, aber offenbar unrichtig, denn einerseits tritt sie oft ein, wo in der That nicht die mindeste Gefahr für das Leben vorhanden ist, und andererseits fehlt sie häufig, wo der Tod offenbar nahe ist, z. B. bei eingetretenem Brand, im letzten Stadium der Lungensucht. — Das verlängerte Mark kann auch für sich selbst durch ein idiopathisches Leiden Angst erregen, was bei vielen Hypochondern und Hysterischen der Fall sein mag. Plötzliche, unvermuthete Sinneseindrücke machen Schrecken und dadurch Angst, am meisten thut dies aber der plötzliche, starke Schall, vermuthlich, weil der Gehörnerv aus dem verlängerten Mark entspringt.

K r a f t - und S c h w ä c h e g e f ü h l. Das Gefühl der Kraft bezieht sich auf das Vermögen, sowohl die Einwirkung der Außenwelt zu ertragen, als auch auf dieselbe zu wirken. Eigentlich müßte es daher allen Central-

organen, aus welchen Nerven entspringen, also auch dem großen Gehirn, kleinen Gehirn und verlängerten Marke zukommen. Da wir indeß, wenn wir von körperlicher Kraft sprechen, im gewöhnlichen Leben das Wort nicht in jenem weitern Sinne nehmen, sondern darunter speciell die Muskelkraft verstehen, so werden wir auch das Kraftgefühl in diesem engern Sinne nehmen dürfen. Natürlich verstehen wir unter demselben nicht die Gefühlsempfindung vom einzelnen Muskel, sondern das Fühlen unseres Gesammtzustandes in Bezug auf Muskelbewegung überhaupt. Da nun der bei weitem überwiegende Theil der Muskelnerven seinen Ursprung im Rückenmarke hat, und dieses dasjenige Organ ist, welches zunächst die einfache Muskelbewegung vermittelt, so dürfen wir festsetzen, daß das Kraftgefühl in vorzugsweiser Beziehung zum Rückenmarke stehe. Lebhafte Blutcirculation bewirkt durch gehörige Aufregung des Rückenmarkes Kraftgefühl, aber Plethora in diesem, sowie Blutleere, erzeugt Schwächegefühl. Jede angenehme Reizung der Haut, wie frische Luft oder ein Bad, gewährt ein Gefühl der Frische und Lebendigkeit, wahrscheinlich durch directe Erregung des Rückenmarkes von den sensibeln Hautnerven aus. Jede allzustrenge Kälte oder Hitze bewirkt ein Gefühl der Schwäche. Die Rückendarre ist mit dem Gefühle größter Mattigkeit und Hinfälligkeit verbunden, und wenn dabei auch andere Stimmungen, Verdrüßlichkeit, Traurigkeit vorkommen, so zeigt das nur, daß erstens das Gehirn auch irgendwie mitleidet und daß zweitens sich der Kranke Selbstvorwürfe über seine eigene Verschuldung macht, welches Beides bei der aus Samenverschwendung entstandenen Rückendarre fast stets der Fall zu sein pflegt. Bei anderen Rückenmarksleiden, welche ebenfalls Lähmung in ihrem Gefolge zu haben pflegen, z. B. bei chronischer Myelitis, kann der Kranke bis zum Tode ungetrübte Heiterkeit und Hoffnung bewahren, wenn er sich gleich sehr matt fühlt.

Behaglichkeit und Unbehaglichkeit. Wenn wir diese Ausdrücke nicht in der weitern Bedeutnng nehmen, in welcher sie, obgleich nur per abusum, auch von Gemüthszuständen der Zufriedenheit u. dgl. gebraucht werden, sondern in der engern, ursprünglichen, wo sie sich auf's Körperliche beziehen, so sehen wir, daß beide Zustände zwar sehr oft mit den bisher besprochenen sinnlichen Gefühlen zusammen vorkommen, aber doch von ihnen specifisch verschieden sind. Wir sprechen von Behagen hauptsächlich bei Gelegenheit von Speisen und Getränken, die uns zusagen, einer frischen Luft, die wir athmen, von Unbehaglichkeit namentlich dann, wenn es uns irgendwie im Unterleibe fehlt, und will man sagen, daß einem etwas recht behagt hat, so streicht man auch wohl Brust und Bauch. Kurz, man gebraucht das Wort Behaglichkeit überall, wo man ausdrücken will, daß es dem niedern Theile des thierischen Leibes, dem vegetativen Leibe, wohl gehe. Wir werden hieraus schon schließen dürfen, daß das diese Gefühle vermittelnde Nervenorgan dasjenige sein müsse, welches durch die von ihm ausgehenden Nerven die Functionen der Verdauung, der Blutbereitung, Ernährung und Secretion regulirt. Dieses Organ sind die Ganglien des sympathischen Nerven. Es ist jetzt wohl als entschieden anzunehmen, daß dieselben wenigstens relativ selbstständige Centralorgane sind, daß eigenthümliche Nervenfasern von ihnen ausgehen, und daß sie auf die Verdauung und Assimilation Einfluß haben. Man hat den Ganglien wohl auch das Gefühl der Angst zugeschrieben, und es ist allerdings richtig, daß manche der Krankheiten, die man vielleicht mit Recht von einer Verstimmung der Ganglien herleitet, auch Angst in ihrem Gefolge haben können; diese ist dann aber nur secundär durch die

Krankheit selbst erst hervorgerufen; sie fehlt oft genug, wo die Ganglien gewiß verstimmt sind, und erscheint ebenso häufig, wo man keinen rechtmäßigen Grund hat, ein Leiden der Ganglien anzunehmen. Daß die anderen sinnlichen Gefühle, namentlich Düsterkeit und Schwächegefühl, nicht von den Ganglien direct erregt werden, ist offenbar. — Unbehaglichkeit findet überall Statt, wo die Ganglien verstimmt sind, beim Erbrechen, bei der Diarrhoe, bei Abdominalplethora und Unterleibskrankheiten aller Art, ferner, wo die gesammte Blutbereitung und Ernährung nicht normal von Statten geht, wie in Fiebern, namentlich im Vorläuferstadium exanthematischer Fieber und in vielen Dyskrasien, bevor diese sich irgendwo localisirt haben. Speciell gestalten sich die Gefühle der Behaglichkeit und Unbehaglichkeit in den einzelnen Sinnesorganen; auch diese haben Ganglien, welche großentheils mit durch Fäden vom Sympathicus gebildet werden, und deren Function auch hier eine trophische ist. Es darf angenommen werden, daß diese Ganglien das Gefühl vermitteln, welches die einzelnen Sinnesempfindungen als angenehme und unangenehme erscheinen läßt, und welches man sehr wohl von jenem höhern ästhetischen Gefühl unterscheiden muß, das nur durch die gefällige Anordnung und Gruppirung erregt wird und erst nach vorgängigen Vorstellungen möglich ist. Der angenehme Eindruck der einzelnen Farbe, des einzelnen Tons, einer schmeckenden Substanz ist das Behagen des Sinnes. Sind dagegen Eindrücke dem Sinn widerwärtig, stimmen sie nicht mit seinem Lebenszustande überein, oder ist gar eine natürliche Idiosynkrasie da, so ist dies ein Mißbehagen des Sinnes. In beiden Fällen scheint ein Reflex auf die Sinnesganglien stattzufinden, was wir beim Auge an der Iris und beim Geschmack an der Absonderung der Speicheldrüsen deutlich sehen, und was auch beim Gehör und Geruch sehr wahrscheinlich statthat. Beim Gefühlssinn hingegen ist die einzelne Empfindung an sich nie angenehm oder unangenehm, sondern es werden dazu immer mehre auf einander folgende Empfindungen erfordert; der Schmerz aber ist etwas Anderes.

2. Die sinnlichen Gefühle können nun nicht allein jedes für sich allein, sondern es können auch mehre neben und nach einander in demselben Individuum existiren. Hier können dann mehre Combinationen eintreten.

a) Es können Gefühle der Lust mit Gefühlen der Unlust zugleich vorhanden sein, doch nur solche von verschiedenem Charakter; es können angenehme Sinneseindrücke neben Düsterkeit, Kraftgefühl neben Unbehaglichkeit, Schwächegefühl neben Heiterkeit bestehen. Aber die entgegengesetzten Gefühle desselben Charakters schließen sich aus, Heiterkeit kann nicht mit Düsterkeit, Aufgelegtheit nicht mit Unaufgelegtheit zusammen bestehen. Bei der Behaglichkeit indeß gilt dies nicht; es kann nämlich neben der Unbehaglichkeit im Unterleibe zugleich ein angenehmer Eindruck auf's Sehorgan z. B. gefühlt werden und umgekehrt, was in der relativen Selbstständigkeit der einzelnen Ganglien seinen Grund zu haben scheint.

b) Gefühle von ähnlicher Qualität (Lust oder Unlust) wecken sich leicht. Das Gefühl der Leichtigkeit erweckt leicht auch Heiterkeit, Aufgelegtheit u. s. f. Die große Behaglichkeit beim Lachen macht auch heiter und aufgelegt. Unbehaglichkeit erweckt auch leicht Unaufgelegtheit, und wenn sie durch Brechmittel erzeugt ist, Abgeschlagenheit.

c) Die Gefühle können, je nachdem sie zusammen stimmen oder nicht, einander stärken oder schwächen. Sind Gefühle der Lust mit Gefühlen der Unlust beisammen, so erhält meistens das Gefühl der Unlust das Uebergewicht. Ein Gefühl der Lust wird aber um so kräftiger, wenn noch mehre

Umstände vorhanden sind, die ebenfalls Lustgefühle, wenn auch andern Characters, erregen.

d) Ein anderer Erfolg tritt ein, wenn die Gefühle nicht zugleich in uns bestehen, sondern auf einander folgen. Hier haben wir das Gesetz des Contrastes. Das folgende Gefühl ist um so stärker, wenn das vorhergegangene ihm entgegengesetzt war. Das Süße schmeckt uns angenehmer, wenn Saures, wir haben ein stärkeres Gefühl der Leichtigkeit, wenn Angst vorher gegangen ist. Die oft wunderbare Heiterkeit und Behaglichkeit der Hypochondrischen hat sicherlich darin ihren Grund, daß das Gefühl des Wohlseins, welches durch zeitweise Remission der Nervenstörung erzeugt wird, im Contrast zu dem frühern Unwohlsein um so stärker gefühlt wird.

e) Die Gefühle sind von verschiedener Dauer. An und für sich wird jedes Gefühl durch längere Dauer schwächer, und wenn die Gefühle habituell werden, und dabei dennoch immer gleiche Stärke behalten, so hängt dies entweder von Zunahme des ursächlichen Körperleidens oder von einem hinzugetretenen anderweitigen psychischen Leiden ab.

f) Alle bisher angeführten Gesetze erleiden vielfache Modificationen durch den Einfluß des Temperamentes, der Constitution, Idiosynkrasie und Gewohnheit. Das melancholische und das cholerische Temperament neigen zu stärkeren, intensiveren Gefühlen, als das sanguinische, beim melancholischen halten sie am längsten an, und neigen mehr zur Unlust. Bei reizbarer Nervenconstitution sind die Gefühle stärker als bei torpider. Je nach dem Vorherrschen einzelner Nervenorgane wird eine bestimmte Classe von sinnlichen Gefühlen öfter und leichter erregt, als die andere, bei Ganglienconstitution gestaltet sich Alles am leichtesten zu Behaglichkeit und Unbehaglichkeit, bei Großgehirnconstitution zu Heiterkeit und Düsterkeit. Je nach der Individualität oder auch Idiosynkrasie sind auch die sinnlichen Gefühle unter sonst gleichen Umständen verschieden. Dem Einen schmeckt diese Speise, dem Andern nicht, obgleich Beide wohl denselben Geschmack von ihr haben; dem Einen ist roth angenehm, dem Andern unausstehlich, und hierauf möchte der Widerwille mancher Thiere gegen gewisse Farben und Töne beruhen. Die Antipathie mancher Menschen gegen gewisse Thiere scheint auch hieher zu gehören; der bloße Anblick einer Spinne, Schlange oder Maus kann solche in die furchtbarste Angst versetzen, auf welche Art, ist noch unenträthselt. Die Nähe von Katzen, Aepfeln u. dgl. hat auf sensibele Personen eine ähnliche Wirkung, vermuthlich durch deren Ausdünstung, die entweder durch den Geruch oder durch das Athmungsgefühl wahrgenommen wird. Diese Fälle von Idiosynkrasie ausgenommen, verliert ein sinnliches Gefühl an Stärke, wenn es durch öfter wiederholte Eindrücke zur Gewohnheit geworden ist; Neuheit und Wechsel der Eindrücke sind daher der Stärke desselben günstig. Die Irren fühlen ihre fortwährende Angst u. dgl. nie so stark, als sie verhältnißmäßig Gesunde fühlen würden.

3. Das Verhältniß der Vorstellungen zu den sinnlichen Gefühlen besteht darin, daß diese von jenen entweder erzeugt oder stärker gemacht werden.

a) Vorstellungen erwecken gerne diejenigen Gefühle wieder, mit welchen sie früher einmal beisammen waren. Schon die bloße Vorstellung einer angenehmen Speise erweckt wieder das Gefühl des Wohlbehagens, und die bloße Vorstellung eines Gegenstandes, welcher früher Ekel erregt hatte, erregt wieder Ekel. Wer nicht schon beim Anblick eines widerlichen Gegenstandes Ekel bekam, bekommt ihn auch nicht, wenn er nur davon erzählen hört. Wenn uns ein Gegenstand, der uns früher erschreckt hat, wieder

vorkommt, so bekommen wir sogleich wieder Angst. Indeß spielen in solchen Fällen schon die Gemüthsbewegungen mit, so daß man meistens schwer sagen kann, ob das sinnliche Gefühl unmittelbar oder erst mittelbar durch die Gemüthsbewegung erregt wurde.

b) Wenn ein sinnliches Gefühl einmal da ist, so kann es verlängert und verstärkt werden, wenn solche Vorstellungen, mit denen es früher beisammen war, hinzukommen. Ist durch körperliche Zustände einmal ein Gefühl der Unbehaglichkeit da, so haben wir gegen Speisen und Getränke, die wir schon früher nicht mochten, eine noch größere Abneigung (vorausgesetzt, daß keine eigene Krankheitsidiosynkrasie eingetreten ist). Das Gefühl der Unaufgelegtheit, der Trübheit und Dumpfheit im Kopfe wird noch stärker, wenn wir uns mit Gegenständen befassen müssen, die uns schon sonst zuwider waren.

c) Sinnliche Gefühle entstehen durch Vorstellungen auch so, daß wir bei der Vorstellung des körperlichen Zustandes eines andern Geschöpfes in uns dasjenige sinnliche Gefühl reproduciren, welches in uns entstehen würde, wenn wir in demselben Zustande wären. Dies ist das Gesetz der Sympathie, welche jedoch noch sehr unterschieden werden muß vom Mitleiden und der Mitfreude, denn in diesen ist schon eine Gemüthsbewegung enthalten, die Liebe. Es gehört aber zur Sympathie nothwendig eine gewisse Gleichartigkeit des Geschöpfes, mit dem wir sympathisiren, mehr oder weniger Aehnlichkeit in Alter, Bildungsstufe und Verhältnissen. Thiere sympathisiren fast nur mit Thieren derselben Gattung. Ferner eine leichte Erregbarkeit des Vorstellungs- und Gefühlsvermögens, und daß wir nicht selbst schon mit starken sinnlichen Gefühlen, die nur uns angehen, behaftet sind. Die Antipathie besteht in vielen Fällen darin, daß ein Gegenstand lebhafte oder dunkle Vorstellungen solcher Art in uns erregt, welche früher mit Gefühlen der Unlust in uns verbunden waren. Oft aber ist sie in einer nicht näher erforschten physischen oder psychischen Idiosynkrasie begründet, in jener bei dem schon besprochenen Abscheu vor gewissen Thieren, in dieser mehr bei Menschen, deren erster Anblick uns lehrt, daß unser ganzes Inneres mit dem ihrigen disharmonirt.

4. Die sinnlichen Gefühle, seien sie nun vom Körper erzeugt oder auf andere Art entstanden, wirken wieder auf den Körper zurück. Wie sie aus einer Erhöhung oder Beschränkung des Lebenszustandes einzelner Centralnervenorgane entstehen, so haben sie auch eine solche wieder zur Folge. Dazu gehört aber, daß erstens das Gefühl eine gehörige Stärke, und daß zweitens das Nervensystem einen gehörigen Grad von Empfänglichkeit habe. Die Gefühle der Lust erhöhen dadurch, daß sie die Lebenskraft des Centralnervenorgans erhöhen, auch die Thätigkeit der von diesen entspringenden Nerven, und versetzen so die Organe, zu welchen diese gehen, in wirkliche oder mögliche erhöhete Innervation; die Gefühle der Unlust dagegen schwächen die Innervation. Dieser Erklärung der physischen Wirkung der Gefühle stellt sich eine andere gegenüber mit der Behauptung, die Gefühle ständen in einem direeten Verhältnisse zu gewissen Organen oder Systemen, so zwar, daß diese nur der leibliche Ausdruck der hinter ihnen als Gefühl verborgenen Idee seien; das Blut sei das Symbol der sich erfühlenden Seele, die Verdauung das des Egoismus, das Lymphsystem das der Sehnsucht u. s. f., und deßhalb, also der gleichen Bedeutung wegen, wirkten jene physischen Zustände unmittelbar auf das Blut, auf die Verdauung, auf die Lymphe. Aber, abgesehen von dem Unlogischen, das in der Ausscheidung des Egoismus und der

Sehnsucht von dem Gefühl liegt, so kann man mittelst solcher naturphilosophischer Deutungen alles Mögliche, im Himmel und auf Erden, mit einander vergleichen und das Verschiedenste, wenn nur irgend etwas daran ähnlich ist, mit einander in Wechselwirkung treten lassen. So gut wie das Blut kann man auch den Chylus als das allererste Flüssige ein Erfühlendes nennen oder auch das Plasma oder auch die Nerven. Mit demselben Rechte wie mit dem Gefühl kann man das Blut mit der Intelligenz in Beziehung setzen, und sagen: wie das Blut die Außenwelt assimilirt, so assimilirt das Vorstellungsvermögen die Außenwelt, und die Vorstellungen können dem Verstande gegenüber ebenso für indifferenten Stoff erklärt werden, als das Gefühl etwas Indifferentes ist u. s. f. Dergleichen poetische Fictionen lassen sich in's Unendliche fortsetzen, man kommt aber dabei zu nichts Sicherem, Festem, auf das man sich verlassen könnte. Die einzige Analogie, die man mit einiger Wahrscheinlichkeit des Erfolgs auszuführen versuchen kann, ist die einer Gliederung der Seelenthätigkeiten in ähnlicher Weise, wie sich die körperlichen Functionen in Gruppen darstellen. Einzelne Glieder dieser beiden Reihen stehen nun allerdings in näherer Beziehung zu einander, aber wir finden nirgends einen vollgültigen Beweis, daß diese Glieder etwas Anderes sein könnten, als die sinnlichen Seelenthätigkeiten, von denen wir eben sprechen, einerseits, und Nervenzustände und Nerventhätigkeiten andererseits, wie wir schon mehrmals erklärten. Wir glauben also, indem wir die einzelnen Gefühle in ihrer Wirkung auf das physische Leben kurz durchgehen, getrost unserem oben aufgestellten Erklärungsprincipe, wonach sie nur durch die Centralnervenorgane wirken, folgen zu dürfen. Heiterkeit bethätigt das Gehirnleben, befördert den Blutumlauf in demselben, schärft die Sinne, Düsterkeit thut das Entgegengesetzte. Aufgelegtheit macht uns beweglich und empfänglich für äußere Eindrücke. Leichtigkeit, Frohsinn beschleunigt und kräftigt das Athmen und den Herzschlag durch Innervation der Respirationsnerven; Angst verzögert und schwächt das Athmen und erschwert die Herzbewegung. Das stärkere Athmen nämlich und das stärkere Herzklopfen, welches öfters bei der Angst bemerkt wird, ist nicht unmittelbare, ursprüngliche Folge dieser, sondern eine Reactionserscheinung. Die Nerven reagiren, selbst unter Mithülfe der Willkür, um die in Folge ihrer Schwächung in Lungen und Herz passiv angesammelte Blutmasse durch verdoppelte Anstrengung wieder fortzuschaffen; nur auf diese Art kann man den Widerspruch lösen, daß die der Angst gerade entgegengesetzte Stimmung des Muthes und des Jähzornes ebenfalls beschleunigtes Athmen zur Folge hat. Wer sagen würde, daß Angst und Zorn eben beide Reizmittel für das Herz seien, würde offenbar gar keine Idee von Aufhellung einer Sache haben. — Das Kraftgefühl äußert sich physisch besonders in der Innervation der Muskeln, oder vielmehr in der Erleichterung dieser Innervation, da diese von einem andern Organ ausgeht, Schwächegefühl erschwert sie. Die Behaglichkeit endlich wirkt, da sie in nächster Beziehung zu den Ganglien steht, am meisten auf das Blutleben, die Ernährung, die Absonderung. Behaglichkeit in den Unterleibsganglien befördert die Verdauung, die Absonderung der Säfte, und vermehrt die Wärme, die mit der Wollust verbundene wirkt vielleicht auch auf die Absonderung des Samens. Die bloße Vorstellung, daß ein Kind an ihrer Brust trinken soll oder wird, erzeugt bei manchen Frauen vermehrte Milchabsonderung, sicherlich durch associirte Hervorrufung des beim Saugen der Kinder stattfindenden Wohlgefühls in der Brustdrüse und dadurch bewirkte Anregung der Gefäßnerven; auf ähnliche Weise mag die Vorstellung angenehmer Speisen auf die Gangliennerven der Speicheldrüsen

wirken und das Mundwässern veranlassen durch Reproduction des behaglichen Gefühls beim Essen. Durch die Brustganglien wird die Behaglichkeit wohl wahrscheinlich einen Einfluß auf die Blutveränderung ausüben können, durch die Sinnesganglien, wo nicht Absonderung, wenigstens kräftigere Ernährung, Turgor der Sinnesorgane, im Auge den Glanz desselben bewirken. Große Unbehaglichkeit hat die entgegengesetzten Wirkungen, sie schwächt die Verdauung, und stimmt den Turgor der Haut und der Sinne herab. Die Absonderungen scheint sie bald zu vermehren, bald zu hemmen, und es kommt dabei wahrscheinlich auf den Complex der übrigen Umstände an, ob die geschwächten Gefäßnerven nur wässerige Durchschwitzung übrig lassen oder ob die Absonderung ganz oder großentheils sistirt; es mag nun der eine oder andere Fall eintreten, so ist sie jedenfalls verändert. Vielleicht erfolgt übrigens die Vermehrung (welche dann jedenfalls ein ganz anderes Product giebt, als die durch die Behaglichkeit erregte) mehr bei plötzlich eintretender, die Hemmung der Absonderung hingegen mehr bei länger andauernder Unbehaglichkeit, in letzterem Falle durch verminderte Blutzufuhr.

Sinnliches Strebungsvermögen oder Bewegungsprincip.

Wir kommen nun zu einem schwierigen Thema, deßhalb schwierig, weil wir die Existenz des Seelenvermögens, von welchem wir hier handeln wollen, erst erweisen müssen, da dasselbe noch von Niemand außer uns als ein besonderes aufgestellt worden ist, und wir daher vorerst manches Vorurtheil zu beseitigen haben werden, ehe wir einer richtigern Ansicht Bahn brechen können.

Es erhellt schon aus der Natur der Sache, und der Verlauf unserer Betrachtungen nöthigt uns zu der Annahme, daß, sowie zur Empfindung die Vorstellung, zum innern Nervenzustande das Gefühl, so auch zu der Bewegung sich eine besondere psychische Thätigkeit verhalten müsse. Nur mit dem Unterschiede, daß dort die Wirkung mehr von außen nach innen, hier im Ganzen mehr von innen nach außen geht. Dieses psychische Princip der Bewegung hat man immer im sogenannten Begehrungsvermögen oder im Willen oder der Willkür suchen und finden wollen. Man war dadurch genöthigt, die Bewegungen schlechthin in willkürliche und in unwillkürliche zu unterscheiden, welche letztere man dann natürlich für rein physisch begründet hielt, und über Bausch und Bogen unter die reflectirten Bewegungen warf. Eine halbweg genaue Beobachtung zeigt aber, daß es viele Bewegungen giebt, welche weder durch den Willen bewirkt werden, noch bloße reflectirte Bewegungen sind. Wir zählen hier dieselben so vollständig als möglich auf: das Gehen, die mechanischen Handarbeiten, wenn sie zur Gewohnheit geworden sind, das Abschreiben, das Athmen, das Sitzen, Stehen und Gehen im Schlafe, die Muskelbewegungen bei Gemüthsbewegungen, die Erscheinung bei Kataleptischen, daß Glieder eine bestimmte gegebene Lage behalten, ohne daß Krampf da ist, der Veitstanz, die Hysteria muscularis Schönlein's, der Drang vieler Irren zu gewissen bestimmten Bewegungen, die sie unablässig machen, und zum Schwatzen, wobei sie ausdrücklich sagen, daß dies gegen ihren Willen geschehe. Wenn man alle diese Fälle genau betrachtet, so erhellt gewiß deutlich, daß (wie bei einzelnen überdies noch besonders bewiesen werden wird) hier keine bloß reflectirte oder Krampfbewegung stattfindet. Eine reflectirte Bewegung erfolgt unmittelbar auf Reizung sensitiver Nerven, ohne dazwischen tretende Vorstellung, oft sogar ohne Bewußtsein, und der Wille kann niemals Einfluß auf sie üben. Bei den meisten der oben aufgeführten Bewegungen ist aber kein heftiger Reiz sensitiver

Nerven, der zu reflectirten Bewegungen immer nothwendig ist, vorhanden; sie sind großentheils mit Vorstellungen und mit sinnlichem Bewußtsein verbunden, und wo nicht ein mehr oder weniger krankhafter Zustand vorhanden ist, ist eine geringe Willensanstrengung im Stande, die Bewegungen zu hemmen und abzuändern. Wo aber auch der Zustand krankhaft ist, wie bei dem Veitstanze, bei den Irren, da ist die Bewegung doch auch nicht krampfhaft, nicht unregelmäßig wie beim Krampfe, sondern bestimmterer Art, mäßiger und geordneter. Auf bloß physische Weise lassen sich übrigens auch die doch gewiß unwillkürlichen Associationen von Bewegungen zu Vorstellungen, und umgekehrt, nicht erklären; denn es kann sich doch nur Gleichartiges associiren; auf eine (bewußte oder unbewußte) Empfindung kann wohl sogleich eine reflectirte Bewegung erfolgen, aber nicht auf eine Vorstellung. Diese ist eine Seelenthätigkeit; wenn sich also eine Bewegung mit ihr associiren soll, so muß auch dieser ein psychischer Act zu Grunde liegen. Daß aber die fraglichen Bewegungen auch nicht bloß durch die Willkür vollzogen werden, beweis't der Umstand, daß dieselben auch vollzogen werden, wenn unsere Willensthätigkeit mit ganz anderen Dingen beschäftigt ist, und daß die Kranken selbst sagen, ihre Bewegungen seien sie gezwungen förmlich gegen ihren Willen zu machen, sie hätten, so zu sagen, zwei Willen. Dazu kommt nun noch, daß der Wille offenbar einer höhern Reihe von Seelenthätigkeiten angehört, als die Vorstellung, das sinnliche Gefühl und Bewußtsein, daß er also diesen nicht coordinirt ist, also auch nicht, wie diese, unmittelbar mit den Nerven in Zusammenhang steht. Auch lehrt die Erfahrung, daß seine Thätigkeit durchaus nicht unmittelbar vom Zustande der Organe abhängt; denn wir können immer noch wollen, wenn auch die Organe in einem Zustande sind, der die entsprechende Bewegung unmöglich macht. Endlich erfolgen die aufgeführten Bewegungen oft ohne das höhere Bewußtsein, Willensthätigkeit aber nie ohne dieses, und nie ohne Thätigkeit des Verstandes. Ich glaube durch alles Dieses hinreichend gezeigt zu haben, daß es gewisse Bewegungen giebt, die, obgleich nicht von der Willkür abhängig, doch auch nicht bloß physisch bedingt sind, sondern einen psychischen Grund haben, welchen wir somit in einem eigenen Vermögen suchen müssen.

Wir geben diesem Vermögen einstweilen bis auf Weiteres die allgemeine Benennung **Bewegungsprincip**, und untersuchen es nach folgender Ordnung:

1. Zu welchen Nervencentralorganen das Bewegungsprincip in Beziehung stehe.
2. Die Gesetze seiner Thätigkeit, sowohl in Bezug auf die Nerven, als auf andere Seelenvermögen.
3. Die Rückwirkung der Nervenorgane auf das Bewegungsprincip.

I. Alle Muskelbewegungen sind entweder einfache oder zusammengesetzte; unter einfacher verstehen wir die Contraction eines einzelnen Muskels, unter zusammengesetzter die gleichzeitige Action mehrer Muskeln. Die Contraction der Muskeln steht unter dem Nerveneinflusse, und die motorischen Nerven hängen wiederum vom Rückenmarke, verlängerten Marke und zum Theil von Basilartheilen des großen Gehirns ab. Daß nicht bloß im Gehirn, sondern in jedem dieser Centralorgane der eine Bewegung erzeugende Reiz stattfinden könne, sehen wir daraus, daß auch nach abgeschnittenem Kopfe, und dann oft noch vollständiger, Reflexbewegungen im Rückenmarke möglich sind. So gut nun schon in diesem ein Uebertragen des Reizes von

den sensitiven auf motorische Fasern stattfindet, ohne daß der Reiz erst zum Gehirn gelangt, ebenso gut können die motorischen Fasern des Rückenmarkes unmittelbar von der Seele gereizt werden, ohne daß gerade der Anstoß erst vermittelst des Gehirnes geschehen müßte. Wir müssen uns hier nachdrücklich gegen eine Ansicht aussprechen, welche in neuerer Zeit nicht nur in der Physiologie, sondern auch in der Pathologie, und in letzterer auch selbst schon in der Psychiatrie, eine Herrschaft zu gewinnen scheint. Man theilt nämlich alle Bewegungen in den willkürlichen Muskeln schlechthin in reflectirte und in willkürliche, und schreibt jene der Thätigkeit des Rückenmarkes, diese der des Gehirnes zu. Die willkürlichen Muskeln, sagt man weiter, haben zweierlei motorische Fasern, Rückenmarksfasern und Hirnfasern, durch den Reiz der Gefühlsnerven werden jene und durch den Reiz der Willkür diese in Thätigkeit versetzt, und in dem ersten Falle entstehen die unwillkürlichen, im zweiten die willkürlichen Bewegungen. Wir müssen entschieden eine solche Ansicht als eine falsche, willkürliche und auf irrige Wege leitende bezeichnen. Denn erstens wird man uns erlauben, eine Verschiedenheit motorischer Fasern in einem und demselben Muskel so lange für ein bloßes Gedankending zu erklären, als nicht anatomisch nachgewiesen ist, daß ein Theil derselben nur im Rückenmarke und ein anderer nur im Gehirne endigt, und daß nur die ersteren durch physische (mechanische oder Reflex-) Reize zu Hervorbringung von Bewegungen bestimmt werden können; denn die Gehirnfasern dürfen der Hypothese nach nur für die Willkür empfänglich sein. So lange dies nicht geschieht, glauben wir mit vollem Rechte bei der viel natürlichern Erklärung stehen bleiben zu dürfen, daß ein und derselbe Nerv sowohl durch physische als durch psychische Reize afficirt werden könne. Zweitens giebt es factisch Bewegungen, die einen psychischen Grund haben, und doch nicht vom Gehirn bewirkt werden. Bei Hemiplegien, in welchen willkürliche Bewegung unmöglich, also offenbar das Gehirnorgan der angeblich motorischen Cerebralnerven gelähmt ist, können doch Gemüthsbewegungen in den gelähmten Gliedmaßen unwillkürliche Bewegungen erregen. Da aber die Vertheidiger der erwähnten Ansicht alles Psychische auf das Gehirn einschränken, so ist unbegreiflich, wie die gelähmten, dem Willen nicht gehorchenden, Cerebralfasern doch von Gemüthsbewegungen gereizt werden. Man hilft sich nun dadurch, daß man außer den für die Willkür bestimmten motorischen Cerebralfasern noch besondere excitorische Gehirnfasern annimmt, welche zum Rückenmarke gehen und die motorischen Fasern des letztern anregen, und auf diese excitorischen Gehirnfasern soll nicht die Willkür, sondern nur eine Gemüthsbewegung wirken können. Eine offenbar höchst gezwungene Hypothese, die schon dadurch alle Wahrscheinlichkeit verliert, weil, um alle diese verschiedenerlei Fasern nebst den sensibeln enthalten zu können, das Rückenmark viel dicker sein müßte, als es ist. — Auch das Laufen, Schwimmen und die abwehrenden Bewegungen der geköpften Thiere hat man auf reflectirte Bewegungen zurückführen wollen; allein erstens erfolgen sie keineswegs immer auf Hautreize (ein Frosch bleibt lange ruhig liegen, und fängt dann auf einmal an zu schwimmen), und zweitens haben sie so offenbar gar nichts Reflexartiges, nichts Zuckendes an sich, sie sind so ganz deutlich desselben Charakters, wie die willkürlichen Bewegungen des Thieres, da es noch unversehrt war, und stimmen so unter sich zusammen, daß uns eine große Vorliebe für eine bestimmte Vorstellungsweise dazu zu gehören scheint, hier nur einen in einer Uebertragung von Empfindungsreizen auf physische Bewegung bestehenden Mechanismus zu sehen. Man kann vollkommen zu-

geben, daß die erste Anregung für das seelische Bewegungsprincip von der sich regenden Nerventhätigkeit ausgeht, aber während des ganzen Lebens des Thieres werden diese speciellen Bewegungsgruppen nur durch eine psychische Ursache veranlaßt, und wenn man nun nicht glauben will, daß dieselben Bewegungen nach dem Köpfen noch von der Seele herkommen könnten, so weise man doch einmal die physischen Ursachen nach, durch welche sie nun gerade so und nicht anders wie vorher wieder hervorgerufen werden. Mit dem Reflexe wird man nie ausreichen, weil dessen Charakteristisches gerade dies ist, daß er sich um das, was von der Seele aus geschieht oder doch irgend einmal geschehen ist (erlernte, gewohnte Bewegungen) nichts kümmert, und sicherlich niemals geordnete, sondern unregelmäßige, und bei größerer Anzahl sich gegenseitig widersprechende Bewegungen hervorrufen würde, wie dies bei den krankhaften Convulsionen der Fall ist, die man doch auch auf Rechnung des Reflexes schreibt. Ueberhaupt kommt es mir wunderlich vor, die Seele in's Gehirn zu sperren, und zwischen diesem und dem Rückenmarke eine künstliche Grenzmark aufzurichten, über die nichts herüber und hinüber darf, oder, da so verschiedenerlei Fasern im Rückenmarke neben und durch einander laufen sollen, diese so streng von einander zu scheiden, daß von zwei an einander stoßenden Fasern die eine der Seele angehört, die andere aber dieser den Rücken kehrt, und schlechterdings nicht mehr für Psychisches, sondern bloß für den Reflex, dieses große Erklärungs-Specificum der Neuzeit, empfänglich ist.

Wir fühlen uns also auch von dieser Seite gedrungen, ein der Seele immanentes psychisches Bewegungsprincip anzunehmen, das sich, gerade so wie sich Vorstellungen associiren, gewisse Gruppen von Thätigkeiten angewöhnen kann, welche es später, unabhängig von Willkür und Zweck, auf irgend einen Anstoß hin wiederholt. Dasselbe wird mit allen Centralnervenorganen in unmittelbarem Connex stehen, aus welchen Muskelnerven für die willkürlichen Muskeln entspringen, also nicht bloß mit dem Rückenmarke, sondern auch mit dem verlängerten Mark und der Brücke. Man stelle sich aber ja nicht vor, daß dieses Bewegungsprincip mit der Willkür gleich sei; wir haben den Unterschied der ihm unterworfenen Bewegungen von den willkürlichen schon oben hinlänglich auseinandergesetzt. Es ist ein Grundirrthum, zu glauben, daß alle Seelenthätigkeit einen bewußten Zweck haben müsse, und man keine Handlung auf Rechnung der Seele schreiben dürfe, wo man nicht einen bewußten Zweck nachweisen könne. Hat denn die Seele beim Vorstellen allemal einen bewußten Zweck? Erst bei der Willkür tritt dieser auf, diese ist aber, wie wir sahen, von dem psychischen Bewegungsprincip weit verschieden, ebenso weit wie das Urtheil von der Vorstellung.

Das Bewegungsprincip muß nun, je nachdem es die Ursprungsstellen einzelner Fasern erregen soll, verschiedene Modificationen erleiden. Dadurch würden wir aber vorerst nur einen blinden Drang zu Ausführung dieser oder jener einzelnen Muskelcontraction, die sich gerade aufdrängt, erhalten, einen Drang, der in allen Fällen und Zuständen, wo der Wille nicht gerade ausschließlich oder vorzugsweise auf die bewegende Thätigkeit des Körpers gerichtet ist, sich selbst überlassen wahrscheinlich nur höchst vereinzelte, in Betracht ihrer Combination (sofern sie nicht schon durch Gewöhnung sehr eng verbunden wären) unbestimmte, zwecklose Bewegungen hervorbringen würde. Es würde zwar nie ganz aufhören, thätig zu sein, aber sich wahrscheinlich in seiner Thätigkeit entweder nach ganz zufälligen physischen Anregungen oder nach dem Gesetze der Uebung und Gewohnheit richten. Die

von uns oben angeführten Bewegungen aber, obgleich zum Theil und oft unabhängig vom Willen, haben doch etwas Bestimmtes, Regelmäßiges im Zusammenwirken der einzelnen Muskelcontractionen. Der Grund hievon kann entweder im Psychischen oder Physischen, oder in beiden zugleich liegen. Betrachten wir zuerst das Letztere, so müssen wir natürlich nach einem Organe suchen, welches bewirken kann, daß eben nur bestimmte, gerade für eine gewisse Bewegung zusammengehörige Muskeln zusammengezogen, somit nur gewisse Nervenursprünge gereizt werden, also auch verhindert, daß der blinde Bewegungsdrang andere nicht hierhergehörige Nerven reizt. Während also einige Nervenpartien eine stärkere Innervation bekommen, müssen andere an derselben verlieren. Gehen wir nun die Centralorgane durch, indem wir an das denken, was wir von ihren physiologischen Functionen wissen, so fällt uns sogleich das kleine Gehirn auf. Mag man nun im kleinen Gehirn das Princip finden, welches die einzelnen Muskelbewegungen zu bestimmten Acten, zum Gehen, Fliegen u. s. f. coordinirt, oder mit Anderen annehmen, das kleine Gehirn sei dazu da, alle anderen Muskelpartien, außer denjenigen, welche gerade thätig sein sollen, in Ruhe zu erhalten, so viel scheint aus Allem hervorzugehen, daß das kleine Gehirn dazu dient, die Nervenkraft, die Nervenströmung gewissen Theilen vorzugsweise augenblicklich zuzuleiten. Das Bewegungsprincip wird daher auch auf das kleine Gehirn wirken, aber eben dadurch auch eine Modification erfahren müssen. Welcher Seelenthätigkeit, den Willen ausgenommen, kann man nun das Vermögen beilegen, im kleinen Gehirn eine solche Veränderung hervorzubringen, wodurch das Nervenprincip gerade nach gewissen Punkten vorzugsweise hingeleitet wird? Ich glaube nicht zu irren, wenn ich hierauf antworte, dem Triebe oder dem Streben. Wir haben also zwei Formen des Bewegungsprincipes: die eine, welche unmittelbar auf Erregung einzelner Fasern abzielt, wollen wir den Bewegungsdrang nennen; die andere, welche bewirkt, daß einzelne Bewegungsdränge sich zu einer bestimmten zusammengesetzten Action vereinigen, ist der Trieb, den man, wenn man will, in noch weitere Unterabtheilungen zerlegen und einen Sprechtrieb, Tanztrieb u. s. f. annehmen kann, wovon wir aber einstweilen abstrahiren. Nur davor warnen wir, daß man sich nicht versucht fühle, sich unter Drang und Trieb das Gefühl dieses Dranges und Triebes vorzustellen, zu welcher Verwechselung eine ungenaue Redeweise leicht Anlaß geben kann. Uns ist Drang und Trieb nur das den Bewegungsnerv drängende und treibende Psychische.

II. Wie schon bemerkt, ist der Bewegungsdrang immerfort irgendwie thätig, aber ungeregelt; er muß erst eine bestimmte Richtung erhalten. Da dies am häufigsten durch den Willen geschieht, so betrachten wir hier zuerst die Erzeugung der Bewegungen durch den Willen, indem wir hieran am besten den ganzen psychischen Proceß erklären können, der den Bewegungen zu Grunde liegt. Zuerst ist klar, daß, wenn ich eine Bewegung wollen soll, ich den dazu nöthigen Nerven nur in Erregung bringen kann, wenn ich schon eine Erfahrung davon habe, daß auf ein bestimmtes Streben in mir diese bestimmte Bewegung erfolgen wird. Ueber diese erste Erfahrung also müssen wir zuerst klar sein. Angeboren ist uns zwar schon der Bewegungsdrang, aber nur als Vermögen, nicht in actu, und von einer bestimmten Muskelbewegung kann ich nicht a priori wissen (so wenig wie von einer bestimmten Gestalt), sie muß mir empirisch gegeben werden. Durch irgend einen körperlichen Reiz, sei es ein reflectirter oder sei es Muskelspannung u. dgl. muß in dem betreffenden motorischen Nerven eine Tendenz zu Ausübung seiner Function angeregt worden sein, und

diese Tendenz muß durch das Centralorgan, von dem der Muskelnerv entspringt, rückwärts einen Eindruck in die Seele machen, welcher den dieser immanenten Bewegungsdrang erregt, nach dieser bestimmten Seite hin zu wirken, und (auch hier vermöge einer präſtabilirten Harmonie) den Nerv zur vollständigen Ausführung der angeregten Bewegungsfunction zu bestimmen. Derselbe Eindruck, welcher der Seele von der körperlichen Anregung des Nerven Kunde gab, muß noch stärker werden, wenn die Bewegung vollzogen wird. Er sowohl als der besondere Bewegungsdrang, bleiben in der Seele zurück und können reproducirt werden. Derselbe Vorgang wird sich nun bei allen Muskeln wiederholen. Dadurch gewinnen wir nach und nach eine große Anzahl von Bewegungseindrücken und bestimmt geformten Bewegungsdrängen, die einander entsprechen. Diese würden aber in der Folge stets nur ungeregelt auftreten, je nachdem zufällig die Eindrücke wieder angeregt würden, oder die Bewegungsdränge sich in derselben Folge associirten, wie sie früher entstanden waren. Sollen mehre Bewegungen zu einem bestimmten, mit Absicht bezweckten Act combinirt werden, so muß noch ein anderer Proceß hinzutreten; jene einzelnen ungeregelten Thätigkeiten müssen geordnet, und es muß dafür gesorgt werden, daß nur eine bestimmte Gruppe derselben in Wirksamkeit tritt. Dies geschieht durch den von dem Willen gesetzten lebhaften Trieb zu der bestimmten zusammengesetzten Handlung. Ich will mich als einen diese Handlung Ausführenden, und reproducire deßhalb zuerst alle einzelnen Bewegungseindrücke, die derselben entsprechen, wodurch denn zugleich auch in den betreffenden motorischen Nervenfasern schon die Tendenz zu der Bewegung angeregt wird. Dieser Vorgang, das Reproduciren der Bewegungseindrücke und darauf folgende Innerviren einzelner Fasern wird nach unserer Ansicht durchs kleine Gehirn vermittelt. Wirkt nun der Wille auf den Bewegungsdrang, so wirkt auch dieser nur auf die mit einander in dieser Gruppe vorbereiteten Nerventhätigkeiten, welche sodann die zusammengesetzte Bewegung ausführen.

Ist nun auf diese Weise einmal der bestimmte Bewegungsact in Gang gesetzt worden, oder ist auch nur die Thätigkeit auf eine bestimmte Nervenpartie hingelenkt worden, so braucht es keiner besondern Willensanstrengung mehr, um die Bewegung in Gang zu erhalten. Wir schreiben ab, sprechen, arbeiten, rauchen beim Lesen und Schreiben, essen, ohne bei jeder einzelnen dazu gehörigen Bewegung wieder besonders zu wollen, ja gleichsam ohne daran zu denken. Erst wenn wieder eine Aenderung eintreten soll, Stehenbleiben z. B., tritt wieder förmlicher Willenseinfluß ein. Der schlafende Vogel steht auf einem Beine, viele Leute sitzen schlafend, wie die Kutscher auf dem Bocke, ja manche gehen sogar schlafend. Alles dieses ist einmal angeregter, nun einförmig fortthätiger Bewegungsdrang und sicherlich kein Reflex.

Wir haben in dieser Darstellung absichtlich vermieden, das Wort Bewegungsidee oder Bewegungsvorstellung zu gebrauchen, weil wir die irrige Meinung abhalten wollten, als sei das Bewegen ein Denken. Eine Bewegungsvorstellung wird nimmermehr etwas Anderes sein können, als eine Vorstellung des Bewegungseindruckes (von der Gesichtsvorstellung der ausgeführten Bewegung ist natürlich hier nicht die Rede); das Bewegen selbst aber ist doch gewiß etwas Anderes. Will man aber dennoch das Bewegen, um in die Seelenthätigkeiten eine Einheit zu bringen, ein Vorstellen nennen, so hat man mindestens eine Sprachverwirrung angerichtet, indem hienach kein Mensch mehr im Stande sein wird, in der Rede eine bloß gedachte Bewegung (nach uns eine Bewegungsvorstellung) von dem physischen Acte beim wirklichen Bewegen zu unterscheiden.

Noch müssen wir erwähnen, daß uns der Bewegungseindruck auch Nachricht von dem Grade der angewendeten Kraft giebt, und somit zugleich auch das ist, was man Gewichtsinn, Tastsinn (in engerer Bedeutung) nennt. Es braucht hiezu gar keiner besondern Empfindungsnerven; denn, mögen diese nun dem Muskel selbst zukommen, oder mögen, wie Andere behaupten, die Muskelempfindungen eigentlich nur Hautempfindungen sein, immer werden die fraglichen schmerzhaften Empfindungen etwas ganz Anderes sein, als jene Vorstellungen angewendeter Kraft. Daß dabei die Annahme einer centripetalen Strömung in den Bewegungsnerven gar nicht nöthig ist, erhellt von selbst; denn der Nerv wirkt beim Bewegen seiner ganzen Länge nach, und es braucht sich daher bloß seine Thätigkeit an der Ursprungsstelle in die Seele zu reflectiren.

Die verschiedenen Weisen nun, auf welche der Trieb und Bewegungsdrang, ohne Einwirkung des Willens, in Thätigkeit gesetzt wird, sind folgende.

a. Association von Vorstellungen zu Bewegungen. Wenn man einen Andern gähnen sieht, so muß man oft selbst gähnen; nervenschwache Personen, welche Convulsionen an Anderen sehen, bekommen oft selbst Convulsionen. Hier wird vermittelst der Gesichtsvorstellung die Bewegungsvorstellung in unseren betreffenden eigenen Muskeln und dann der betreffende Bewegungsdrang selbst hervorgerufen, welcher bei vorhandener Neigung zu Krämpfen ein Anlaß zu solchen werden kann, wie eine intendirte Bewegung des Fingers den Schreibekrampf bewirken kann. Wenn wir nach Noten singen, Clavier, Violine spielen, so ist dies eine Association von den durch das Lesen der Noten erzeugten Gesichtsvorstellungen zu entsprechenden Bewegungsdrängen. Haben wir hierin noch keine Uebung, können wir noch nicht vom Blatte spielen, so müssen wir immer erst mühsam uns die den Noten entsprechende Muskelthätigkeit vorstellen, und durch die Willensthätigkeit den Trieb dahin determiniren, während bei der Uebung, wo also schon eine gewisse unmittelbare Verkettung der Gesichtsvorstellungen mit den Bewegungsdrängen stattfindet, es schneller geht. Dasselbe ist beim Schreiben der Fall. Wenn wir Fechtenden oder sonst körperlich Arbeitenden mit Interesse zuschauen, so machen wir oft unwillkürlich ähnliche Bewegungen. Sehen wir von großen Höhen hinab, und denken an's Hinunterstürzen, so machen wir leicht selbst die Bewegung des Fallens, wodurch bei einiger Neigung zum Schwindel bei eintretender Bewußtlosigkeit wirkliches Fallen entsteht. Eine Folge öfterer Wiederholung gewisser Bewegungen ist es auch, wenn wir die Augen schnell schließen, sobald Jemand mit der Hand dagegen fährt, und, wenn uns etwas entfällt, schnell darnach greifen. Kommt uns die Vorstellung großer oder sehr kleiner Gegenstände oder solcher, die wir in weiter Ferne gesehen, in der Erinnerung wieder vor, so bewegen wir unsere Augenmuskeln wieder in ganz ähnlicher Weise, wie beim wirklichen Sehen. Eine leise innere Reproduction von gewissen Melodien in der Gehörsvorstellung bewirkt oft, daß wir, fast unwillkürlich, die Melodie singen oder pfeifen.

b. Association von sinnlichen Gefühlen zu Bewegungsdrängen. Das Zudrücken des Auges, wenn man mit der Hand dagegen fährt, erfolgt allerdings in späterer Zeit immer sogleich auf die Vorstellung, ursprünglich aber durch Vermittlung des Gefühls. Wir schließen unwillkürlich das Auge, sobald ein fremder Körper, oder auch nur starkes Licht, hineinfällt und uns ein unangenehmes Gefühl verursacht, und besorgen dieses dann wieder, wenn etwas nahe an das Auge kommt. Eine Folge eines unangenehmen Gefühls (Unbehaglichkeit in den Brustganglien?) ist auch das Gähnen. Es ist dies sicher keine reflectirte Bewegung, sondern der Trieb sucht gewisse unangenehme Gefühle, deren näherer Grund noch nicht hinreichend gekannt ist, durch

Contraction von Muskeln und dadurch bewirkte Ausdehnung und Auseinanderziehung von Antagonisten aufzuheben, was am deutlichsten bei dem dem Gähnen entsprechenden Dehnen und Strecken der Glieder der Fall ist. Ob hieher nicht auch das Krähen der Hähne gehört? Eine fernere Ursache von Bewegungen ist die Angst, und diese ist meiner Ansicht nach der ursprüngliche und erste Grund der Athembewegungen. Diese sind nämlich keineswegs bloß reflectirte Bewegungen. Denn, wären sie dieses, so könnten wir sie niemals durch Willkür modificiren oder zurückhalten; auch sind die eigentlichen reflectirten Bewegungen der Athemmuskeln, wie das Husten, Lachen, Niesen, von ganz anderem Charakter, als das Athmen, und man könnte jene gar nicht erklären, wenn man schon dieses für eine Reflexbewegung halten wollte. Es liegt daher auch dem Athemholen ein psychisches Bewegungsprincip zu Grunde, welches wir speciell Athmungsdrang nennen könnten. Dieser kommt schon gleich nach der Geburt in Thätigkeit. Daß sich der Fötus schon im Mutterleibe bewegt, wissen wir, und es ist kein Grund, anzunehmen, daß derselbe nicht auch schon die Brustmuskeln leise bewege, und eine dunkle Erfahrung von Bewegungseindrücken und Bewegungsdrängen habe. Nach der Geburt erfolgt ein allgemeiner Reiz der Luft auf die Hautoberfläche, welcher entweder direct oder durch Reflex auf die motorischen Nerven wirkt, und das Kind zur Bewegung nöthigt. Wie die Arme und Füße, so bewegt es auch die Brust, und diese ersten Athembewegungen erfolgen noch ohne Zweck, bloß dem Reiz zur Bewegung nachgebend. Sobald hiedurch aber einmal die Lungenfunction in Gang gekommen ist, so erfolgt, wenn das Athmen nicht fortgesetzt wird, Angst, und diese erregt unmittelbar wieder die Thätigkeit der Medulla oblongata, um sich von der Oppression zu befreien; das Kind athmet wieder, es schreit auf, und dieses erste Schreien dürfte man wohl ein Angstgeschrei nennen. Wenn dieses kurze Zeit so fortgegangen ist, so wird das Athmen dem Kinde zur Gewohnheit, die Athemzüge folgen sich regelmäßig, und es wird nicht mehr erst auf das Gefühl der Angst gewartet, welches später immer erst dann sich wieder geltend macht, wenn irgend eine besondere Hemmung eintritt. Das Athmen ist sonach zwar für gewöhnlich eine unwillkürliche, aber doch eine psychische Thätigkeit, welche eben deßhalb alle Augenblicke zu einer willkürlichen gemacht werden kann. Es gehört in die Classe der angewöhnten Bewegungen, und hat nur deßhalb den Schein eines bloßen Mechanismus, weil es das ganze Leben durch ohne Unterbrechung fortdauert, aber die Unmöglichkeit einer Unterbrechung liegt eben in der sie begleitenden Angst; das Athmen ist also nichts als die angewöhnteste der angewöhnten Bewegungen, mit der sich vielleicht höchstens das beständige Verschlucken des Speichels vergleichen läßt, an das wir für gewöhnlich auch nicht denken. Daß das Athmen auch im Schlafe fortgeht, ist offenbar kein Gegengrund; denn es ist factisch, daß sich auch Vorstellungen durch den Schlaf hindurch fortziehen, wir schlucken den Speichel im Schlafe, der Kranich bleibt im Schlafen auf einem Fuße stehen, und der Kutscher auf dem Bocke sitzen; der Athemdrang ist eben die einzige psychische Strebung, die im gewöhnlichen Schlaf übrig bleibt, und je leiser dieser ist, je mehr er sich dem Traume nähert, desto mehr können sich andere Bewegungsdränge dazu gesellen. — Bei allen diesen in Folge von sinnlichen Gefühlen entstehenden Bewegungen sehen wir übrigens, daß jene Gefühle immer nur unangenehmer Natur sind, während die angenehmen nie unmittelbar eine Bewegung hervorrufen, sondern höchstens als Gefühl der Kraft und der Aufgelegtheit uns zu willkürlichen Bewegungen ermuntern. Auch ist es bei der ersten Entstehung dieser Bewegungen nicht immer leicht zu unterscheiden, ob sie reine Folge des innern

Triebes oder des bewußten Willens sind; in der Folge sind sie sicher meistens Erzeugniß der durch die Gewohnheit entstandenen Association.

c. Association von Bewegungsdrängen zu Bewegungsdrängen. Auch hier ist es in vielen Fällen sehr schwer, auszumachen, ob eine Bewegung bloß in Folge von Association oder unter Mitwirkung des Willens zu Stande komme. Wenn wir ein Lied pfeifen, oder ein auswendig gelerntes Stück auf einem Instrumente spielen, so kann unser Wille dabei in den verschiedensten gradweisen Abstufungen bis zum völligen Verschwinden seiner Einwirkung thätig sein, in welchem letztern Falle derselbe dann auf andere Gedanken gerichtet ist, während das Spielen gleichsam mechanisch fortgeht. Bleibt aber der Wille mehr oder weniger darauf gerichtet, so ist die Association nicht mehr der alleinige Grund der Bewegung, sondern erleichtert diese nur, und macht sie weniger mühsam. Das hier in Wirksamkeit tretende Gesetz läßt sich demnach so ausdrücken: Ein Bewegungsdrang ruft einen andern, mit welchem er öfter zugleich oder in schneller Folge vorhanden war, wieder hervor, oder erleichtert das Hervorrufen desselben durch den Willen. Wenn mehre Bewegungen gleichzeitig ausgeführt werden, so entsteht eine Gruppe, folgen sie sich in einer bestimmten Reihe, so kann man dies einen Zug nennen. Das Tanzen, Gehen, Sprechen, Fechten, Schwimmen besteht aus solchen Gruppen und Zügen associirter Muskelbewegungen, welche harmonisch zu einem Ganzen zusammenwirken. Von dergleichen das Wort »mechanische Fertigkeit« zu gebrauchen, kann leicht irre führen, sofern man dabei nur an einen physischen Mechanismus denkt; es ist bei diesen Bewegungen nicht mehr und nicht weniger Mechanismus vorhanden, als bei der Association der Vorstellungen, und nur insofern man sich auch diese unter dem Bilde einer Seelenmaschine vorstellt, kann man auch hier von einem Mechanismus reden. Waren solche Bewegungen auch anfänglich durch Einfluß und Anstrengung erlernt, so machen sie sich doch nach und nach durch öftere Wiederholung von der Herrschaft desselben los, und folgen bloß noch der Association. Wem man ansieht, daß er noch große Willensintention zu ihrer gehörigen Ausführung und Gruppirung nöthig hat, der giebt uns den unangenehmen Eindruck der Unfertigkeit, der noch nicht errungenen Herrschaft über seine Glieder, der Gezwungenheit, und — im Gesellschaftlichen — der Steifigkeit, des Mangels an körperlicher Tournüre. Das Gegentheil giebt uns den Eindruck der Freiheit, Natürlichkeit, der Abrundung. — Viele Züge erwecken sich desto leichter, je weniger sich der Wille mit hinein mischt. Der Stotternde stottert am meisten, je mehr er es vermeiden will. Da über das Wesen des Stotterns in diesem Augenblicke noch mannichfache Discussionen stattfinden, so glauben wir mit einem Beitrage zur Lösung der Frage nicht zurückhalten zu dürfen. Wir können folgendes Gesetz als richtig aufstellen: Ist durch irgend einen Umstand eine Tendenz zu besonderen Bewegungen in uns herrschend geworden, so wird diese oft weniger durch den Willen als durch die Erweckung einer andern Associationsgruppe gehoben. Nun besteht das Stottern in einem Unvermögen, von einem Consonanten auf den darauf folgenden Vocal überzugehen; der Stotternde bleibt am Articulationslaut hängen, weil die diesen bewirkenden Muskeln in nahezu krampfhafte Action versetzt sind, und kann diese nicht beliebig selbst aufheben, um die Muskeln in andere Combinationen zu bringen, die zur Hervorrufung des Stimmlautes geschickt wären. Jede Anstrengung des Willens verstärkt zunächst nur den der überthätigen Muskelgruppe zugewendeten Bewegungsdrang, daher das Stottern überall ärger wird, wo der Patient mit seinem Stottern in Verlegenheit kommt, in der Einsamkeit und Finsterniß aber sich bessert. Wird nun aber an

die Stelle des Willenseinflusses eine Bewegungsassociation gesetzt, ein langsames, tactmäßiges Sprechen, Recitiren, Singen, so überwindet die Association das Hinderniß, und reißt die bisher widerspenstigen Muskeln mit in die neue Gruppe hinein. Etwas ganz Aehnliches ist der Schreibekrampf, obwohl bei ihm ähnliche psychische Mittel, wie beim Stottern, noch nicht geholfen haben.

Gründe der Beförderung oder Hemmung der Bewegungsassociationen:

a. Natürliche Anlage. Hieher würde vor Allem der Instinct gehören, indem er die Combination von Bewegungen zu gewissen Acten vorbereitet und erleichtert. Da derselbe indeß in einem besondern Artikel bearbeitet wurde, mit welchem wir vielfach übereinstimmen, so glauben wir hier von ihm Umgang nehmen zu dürfen. Es giebt aber noch andere angeborene Dispositionen zu gewissen Bewegungsgruppen, welche nicht bloß gewissen Thierarten angehören und auf die diesen speciell zukommenden Handlungen abzielen, sondern die mehr oder weniger allen Thieren gemeinsam sind. Es ist dies die Anlage zu den sogenannten Mitbewegungen. Da dieselben wohl in den Artikeln über Nervenphysiologie oder über Muskelbewegungen weitläufiger behandelt werden, so entschlagen wir uns einer specielleren Aufführung derselben, und begnügen uns anzugeben, was wir von Seiten der Psychologie über sie zu bemerken haben. Es ist gewiß, daß manche Nerven in einem ursprünglichen sympathetischen Verhältniß stehen, wonach bei der Reizung eines Nerven sogleich auch in gewissen anderen Fasern eine Tendenz zur Aeußerung ihrer Bewegungsenergie erwacht. Allein diese Bewegungen sind nicht bloß unwillkürliche, sondern sie werden ebenso häufig auch durch die Willkür veranlaßt. Man hat sie mit den Irradiationen der Empfindungen, mit den Mitempfindungen, in gleiche Linie gestellt, aber mit Unrecht; denn bei diesen wird zuerst die ursprüngliche Empfindung gesetzt, und die irradiirten Empfindungen folgen nach; das Charakteristische der angeborenen Mitbewegungen besteht aber nicht darin, daß zuerst ein Nerv gereizt wird und sodann etwa auf rein physischem Wege die Thätigkeit des correspondirenden nach sich zieht, sondern darin, daß jener überhaupt nur mit diesen zugleich von der Seele gereizt werden kann. Dies hat aber seinen Grund lediglich darin, daß von Geburt an die Vorstellung des einen Bewegungseindrucks schon mit dem des andern zugleich vorhanden war, weßhalb denn auch die eine Bewegung nur zugleich mit der andern erfolgen kann. Die Mitbewegungen (diejenigen nämlich, welche überhaupt in willkürlichen Muskeln vorkommen) sind daher kein bloß physischer, sondern ein psychischer Act, und ihr Zustandekommen wird durch die Sympathie der Nerven nur vorbereitet und bedingt. Wie könnten wir uns sonst auch so viele derselben abgewöhnen? Bei den angewöhnten Mitbewegungen (den eigentlich associirten) hat man sich viele Mühe gegeben, herauszubringen, wie es zugehe, daß dieselben Bewegungen, die früher willkürlich erzeugt wurden, später unwillkürlich fortgehen können. Man hat sich aber hiebei die Schwierigkeit lediglich selbst bereitet durch die schon besprochene irrige Annahme, daß die willkürlichen Bewegungen bloß von Hirnfasern, und die unwillkürlichen bloß von Rückenmarksfasern bewirkt würden. Hier konnte nichts Anderes helfen, als die Ausflucht, daß durch besondere Hirnfasern, die bloß zum Rückenmarke gingen, nur die Rückenmarksfasern angeregt würden, was aber wieder zu einer Reihe weiterer Unbegreiflichkeiten führt. — Besonders anführen müssen wir übrigens noch das bedeutende sympathische Verhältniß der Stimmwerkzeuge zu den Bewegungen der Extremitäten. Wenn wir eifrig sprechen, so gesticuliren wir auch gern mit den Händen. Einige Drosselarten, besonders die Spottdrossel und Orpheus-

drossel, begleiten ihren Gesang mit mimischen, tanzenden Bewegungen, welche das Steigen, Fallen, Schweben der Töne ausdrücken. Auch der Staar bewegt nach dem Tacte des Gesanges die Flügel. Wir werden aber zu Bewegungen der Stimmwerkzeuge nicht nur dann aufgeregt, wenn wir selbst Töne bilden, sondern auch, wenn wir welche hören, wie beim Tanze. Sollten hier wohl die Gehörsvorstellungen, da der Schall selbst auf Bewegung beruht, an und für sich die Neigung zur Bewegung hervorrufen? Oder werden durch die gehörten Töne ursprünglich nur diejenigen Bewegungstendenzen in den Stimmorganen dunkel erregt, welche fähig sind, dieselben Töne zu produciren, und erst von hier aus die Bewegungen der Extremitäten? Ich glaube eher das Erste, wenn auch die besondere Beziehung der Musik zu der Bewegung noch ziemlich dunkel ist.

b. Einfluß des Willens. Der Wille verhält sich zu den Associationen in zweierlei Art. Entweder er führt nur die von diesen angedeuteten Gruppen und Züge aus, und hievon brauchen wir nicht weiter zu sprechen, oder er setzt mit Hülfe der Sinnesvorstellungen aus einzelnen Bewegungen neue Gruppen zusammen, und hier kommt er in Collision mit den Associationen. Er muß durch starke Intention den Trieb und Drang, und vermittelst deren das Nervenprincip auf bestimmte Bewegungsnerven isoliren, damit die natürliche Association unterbrochen wird, und eine andere Gruppe an deren Stelle tritt. Der Wille ist daher ein Hemmungsmittel der Associationen. Wir sind oft im Begriff zu sprechen oder irgend eine Bewegung zu machen, halten uns aber davon zurück, nachdem wir überlegt haben, daß es unpassend wäre. Dieses Hemmen ist aber nichts rein Negatives, sondern nur dadurch möglich, daß der Bewegungsdrang und die Nerventhätigkeit auf eine andere Muskelaction fixirt wird. Denn auch beim ruhigen Stehen, Sitzen und Schweigen sind unsere Muskeln immer in gewisser Weise wirksam. — Damit aber die durch den Willen erregten Bewegungen nach und nach mit Leichtigkeit von Statten gehen, müssen sie selbst zu associirten werden, und hiezu ist

c. Uebung und Gewohnheit nothwendig. Alles Lernen von Künsten, alle körperliche Tournüre, besteht darin, daß durch häufige Wiederholung endlich gewisse Bewegungsgruppen in Association versetzt werden. Diese kann dann so weit gehen, daß zuletzt nur der erste Anstoß vom Willen aus zu geschehen braucht, und dann doch die Bewegung leicht erfolgt. Eben diese Uebung bewirkt aber auch, daß ursprüngliche oder erworbene Mitbewegungen nach und nach wieder von einander getrennt werden, und man eine einzige Bewegung isolirt machen kann, die sonst nur mit vielen zugleich erfolgte, wie denn der Ungeschickte viele unwillkürliche Bewegungen mit einer intendirten macht.

d. Körperlicher Einfluß. Dieser kann sich hemmend und fördernd, sowie speciell bestimmend verhalten. Lähmungen und sonstige Schwächung der der Bewegung vorstehenden Nervengebilde wirken auch rückwärts herabstimmend auf die ihnen zugehörigen Bewegungsdränge. Hiebei hüte man sich aber vor der Folgerung, als sei durch die Lähmung der Nervengebilde eo ipso auch die Psyche gelähmt. Dies ist nicht der Fall; der specielle Bewegungsdrang ist keineswegs ganz erloschen; wir sehen oft, daß Gemüthsbewegungen noch Muskelactionen zu Stande bringen, wenn dies der Willkür nicht mehr möglich ist, und daß auch angestrengter Wille manchmal die Lähmung zu heben vermag. Wenn nach Lähmungen oder sonst langwierigen Krankheiten, in deren Folge Nerven und Muskeln durch Unthätigkeit geschwächt wurden, die Leute wieder anfangen zu gehen, müssen sie dieses erst wieder lernen. Man bemerkt dabei deutlich, daß das unsichere Gehen nicht bloß von der Nervenschwäche herkommt;

denn manche einzelne Bewegungen zeigen, daß der Nerv schon Stärke genug hat, auf die Einwirkung der Seele hin thätig zu sein. Der Grund ist derselbe, wie beim ersten Gehenlernen: es müssen die einzelnen Bewegungsdränge erst wieder durch Uebung in dieselbe Associationsthätigkeit versetzt werden, welche sie durch die lange Unthätigkeit entwöhnten und verloren. Physische Unfähigkeit wirkt daher nur insofern auf das psychische Bewegungsprincip, als dieses durch sie ohne Anregung bleibt und so in eine Art Schlummerzustand geräth. Andererseits bewirkt ein kräftiges oder auch ein sensibles motorisches Nervensystem, daß auch die Seele durch die gegebene Leichtigkeit der Bewegungen zu diesen selbst angeregt wird. Die Seele richtet dann gern ihre Thätigkeit nach dieser Seite und übt sich in ihr. Vielleicht beruht die größere Tanzgeschicklichkeit des Weibes auf dessen kleinem Gehirne, das im Verhältniß zum männlichen schwerer ist. — Aber nicht allein überhaupt fördernd und anregend wirkt der Körperzustand auf die Psyche, sondern öfters auch speciell bestimmend. Durch irgend einen physischen Reiz können motorische Nerven in einen Zustand von Erregung versetzt werden, der auf die Ausführung einer Bewegung hinzielt, ohne daß jedoch diese ganz zu Stande käme; aber der Bewegungsdrang wird dadurch und durch ein dabei stattfindendes Gefühl von lästiger Spannung angeregt, die Bewegung wirklich auszuführen. Zum Theil kann man hieher das Athmen rechnen, indem die sensitiven Nerven allerdings auch durch eine Art Reflex in den motorischen Athemnerven eine Tendenz zur Bewegung anregen, obwohl dieser Proceß nicht die Hauptsache beim Athmen ist. Das Niesen, Husten und Lachen sind ferner zwar oft bloße Reflexbewegungen, oft aber ist der Reiz zu schwach, oder die motorischen Nerven sind nicht reizbar genug; dann entsteht in ihnen bloß eine Tendenz zur Bewegung, und es kommt auf die Seele an, ob sie dieselbe ausführen will oder nicht. Auch das Verschlucken der Speisen und Getränke, sowie des Speichels, ist nicht eine bloße Reflexbewegung; durch Intention des Willens können wir es aufhalten; beim Rasiren, namentlich wenn wir beim Rasiren des Halses den Kopf sehr in die Höhe heben, verursacht der nach hinten laufende Speichel oft einen gewaltigen Drang zum Schlucken, wir können dieses aber, wenn wir nicht verwundet werden wollen, durch kräftige Willensanstrengung verhindern. Es giebt viele Leute, die sich gewisse Geberden, Gesichtsverzerrungen, Blinzeln, Verziehen des Mundes u. dgl. angewöhnt haben, andere, denen die Hand beim Schreiben durchgeht (nicht der gewöhnliche Schreibekrampf). Hier ist in den Bewegungsnerven eine Tendenz zur Bewegung, die einen unwiderstehlichen Reiz ausübt, und uns nöthigt, die Bewegung wirklich auszuführen, d. h. den psychischen Einfluß auf die Nerven wirken zu lassen. Ein Krampf ist dieses nicht; denn durch Willensanstrengung ist es oft möglich, die Bewegung zu unterdrücken, und sich dieselbe abzugewöhnen. Es ist also im Nervenzustande nicht der ganze Grund der Bewegung, sondern nur die Tendenz zu derselben vorhanden. Ganz dasselbe ist bei vielen krankhaften Zuständen der Fall, z. B. wenn Einer gezwungen ist, eine Strecke geradeaus zu laufen, dann bei vielen hysterischen Zuständen, z. B. dem hysterischen Lachen, und beim Veitstanze. Hier ist überall weder bloße Convulsion, noch reine Willkür, sondern ein Mittelzustand zwischen beiden. —

Schließlich müssen wir hier noch einen Punkt anknüpfen, der nicht leicht an einer andern Stelle unterzubringen ist. Wir haben nämlich beim kleinen Gehirn gesehen, daß dasselbe Strömungen des Nervenprincipes nach gewissen Theilen hinleite, und daraus seine Beziehung zum Triebe, zum Streben ermittelt. Dabei kommt man wohl von selbst auf den Gedanken, daß diese Zu-

strömungen von Nervenprincip wohl nicht allein den motorischen, sondern auch den sensitiven Nerven gelten werden. Und in der That hat der Trieb auch insofern Einfluß auf die Empfindung, als er dieselben entweder wegen ihrer Annehmlichkeit oder zu Gewinnung deutlicherer Vorstellungen zu verlängern oder zu schärfen sucht. Man darf aber dies nicht verwechseln mit der auf den Vorstellungsinhalt der Empfindungen gerichteten Aufmerksamkeit des Willens; der Zweck des Triebes ist zunächst nur die Empfindung und das Gefühl, und dieses möchte er verlängern. Auf diese Art ließe sich vielleicht theilweise die noch problematische Beziehung des kleinen Gehirns zum Geschlechtstriebe deuten, indem dasselbe zur Unterhaltung und Verlängerung wollüstiger Empfindungen beitragen könnte.

Die höheren Seelenvermögen.

Wir glauben in den bisherigen Abschnitten dargethan zu haben, daß und wie die besprochenen Seelenkräfte, die wir mit dem gemeinschaftlichen Namen der Sinnlichkeit bezeichnen, in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Nervensysteme stehen. Wir haben auch schon im Eingange die Vermuthung aufgestellt, daß sämmtliche übrige Seelenkräfte, die nicht schon in diesen enthalten sind, nur vermittelst dieser mit dem Nervensystem in Verbindung stehen, in gleicher Weise wie das Herz nur durch die Capillargefäße, und das Gehirn nur durch die Nerven mit den Organen. Es ist nun an uns, diese Behauptung weiter zu begründen, und bei dieser Gelegenheit zugleich eine Uebersicht und Erläuterung der hauptsächlichsten Seelenthätigkeiten, so weit es hier möglich ist, zu geben.

Die Grundkräfte der menschlichen Seele sind: das Vermögen, sich bewußt zu werden, das Erkenntnißvermögen, das Gefühlsvermögen und das Strebungsvermögen (sonst auch Begehrungsvermögen genannt). Sie stellen sich aber in verschiedener Weise, auf verschiedenen Stufenformen dar, wodurch sich die speciellen Vermögen ergeben, von welchen wir hier handeln wollen.

Von den verschiedenen Arten des Bewußtseins haben wir schon beim sinnlichen Bewußtsein gesprochen, und daher hier nur noch einiges Nähere über die beiden anderen Arten des Bewußtseins anzugeben. Während bei dem sinnlichen Bewußtsein nur Empfindungen bewußt werden, sind der Gegenstand des Welt- oder gegenständlichen Bewußtseins die Vorstellungen. Wie aber Empfindungen möglich sind ohne Bewußtsein, so können Vorstellungen vorhanden sein ohne Bewußtsein derselben. Wenn wir etwas abschreiben, so setzen wir die Lesevorstellungen der Worte in Bewegungen des Schreibens um, vermöge der Association; die Vorstellungen brauchen aber dabei so wenig zum Bewußtsein zu kommen, d. h. wir haben so wenig nöthig, an ihren Inhalt zu denken, daß wir eine ganze Seite abschreiben können, ohne hernach zu wissen, was wir geschrieben haben. Es giebt Cretinen, die man so weit bringt, daß sie Concepte rein und richtig abschreiben, die aber niemals etwas vom Inhalte desselben wissen, und daher nicht ein einziges im Concept ausgelassenes Wort selbst ersetzen können. Wenn der fertige Musiker vom Blatte spielt, so lies't er zwar die Noten und bekommt Vorstellungen von ihnen, setzt aber diese sogleich in Greifbewegungen auf dem Instrumente um, ohne bei der Vorstellung der einzelnen Note sich ihres Werthes bewußt zu werden. Vermöge des gegenständlichen Bewußtseins geschieht auch das Zählen. Wenn gleichartige Eindrücke hinter einander unser sinnliches Bewußtsein afficiren, und wir auf diese Affection unsere Aufmerksamkeit richten, so wird uns die Einheit in der Vielfachheit der sich folgenden Eindrücke bewußt, wir zählen. Aber wir können die Zahl der Eindrücke, sowie

sie nur einige übersteigt, nur festhalten mittelst des sich dazu gesellenden Lautes der Zahl, worin wahrscheinlich der Hauptgrund liegt, daß die Thiere nicht hoch, die Elster z. B. nicht über fünf, zählen können; sie können nicht zählen, weil sie nicht sprechen. — Die höchste Art des Bewußtseins nennen wir das Selbstbewußtsein. Durch dieses werden wir uns unserer eigenen Seelenthätigkeit als solcher bewußt, und wird uns eine Reflexion über den Gang unserer Gedanken und die Entstehung unserer Gefühle, also eigentliches Nachdenken möglich. Ist das Selbstbewußtsein einmal erwacht, so potenzirt es sich selbst immer weiter, die mittelst desselben zu Stande gekommenen Reflexionen und Entschlüsse werden von Neuem Object desselben und der Mensch wird sich in immer höherem Grade selbstbewußt. Es ist etwas Unendliches. Da aber, wie sich von selbst versteht, die Seelenthätigkeiten vorhanden sein müssen, ehe sie bewußt werden können, so kann auch jede höhere, z. B. die des Verstandes, existiren, ohne daß wir uns derselben bewußt werden, wie dies im gewöhnlichen Leben so häufig vorkommt, wo wir urtheilen, schließen, vermuthen, handeln, Alles in einem Augenblick, und ohne zu wissen, was dabei in uns vorgegangen ist. Wie mancher Mensch spricht aus, er glaube, meine dies und das über diese und jene Sache, und kann, gefragt, nicht den mindesten Grund davon angeben. Die höheren Thiere haben sicherlich Verstand, aber ebenso gewiß kein Selbstbewußtsein; dieses kommt bloß dem Menschen zu, welchem daher auch allein Selbstkenntniß möglich ist. — Es ist also möglich: Sinnesthätigkeit und Empfindung ohne sinnliches Bewußtsein; sinnliches Bewußtsein ohne Vorstellung; Vorstellung ohne gegenständliches Bewußtsein; Begriff und Urtheil ohne Selbstbewußtsein. Aber jede höhere Art des Bewußtseins setzt die niedrigere voraus. Es ist kein vernünftiges oder Selbstbewußtsein möglich ohne gegenständliches; kein gegenständliches ohne sinnliches, kein sinnliches ohne Nervenreiz. Die Sinnesempfindung regt die Seele nicht zum Vorstellen an, wenn sie nicht bewußt geworden ist, und die Vorstellung kann nicht zum Begriff werden, wenn sie nicht in das gegenständliche Bewußtsein gefallen ist. Das Selbstbewußtsein wirkt in gewisser Art wieder auf die unteren Arten zurück, so daß wir bei jedem Act des Selbstbewußtseins zugleich uns selbst auch sinnlich bewußt werden, weil das Selbstbewußtsein Denken, Vorstellen, also auch bewußte Hirnbilder, Empfindungen voraussetzt. — Fragen wir nun nach den Organen des gegenständlichen und des Selbstbewußtseins, so haben wir Folgendes zu erwägen. Wenn man die sämmtlichen Arten des Bewußtseins mit einander vergleicht, so findet man, daß sie im Grunde und wesentlich immer Dasselbe sind. Immer ist es das sich als beharrlich Unterscheiden von den Zuständen; nur das, was bewußt wird, ist verschieden, das eine Mal Empfindung, das andere Mal Gegenstand, das dritte Mal Seelenthätigkeit. Wo aber die Thätigkeit dieselbe, und nur das Object verschieden ist, da haben wir durchaus keinen Grund, für die durch letzteres bewirkte Verschiedenheit der Thätigkeit besondere Organe anzunehmen. Es ist dasselbe Auge, was den einfachen Feuerfunken und das köstlichste Gemälde sieht, dasselbe Ohr, welches den einfachen Schall und die erhabenste Musik hört. Wir können also nicht anders als annehmen, als daß auch die drei Arten des Bewußtseins nur ein einziges Organ haben, welches folglich kein anderes als das des sinnlichen Bewußtseins sein kann. Da aber letzteres durch seine Affection allein noch keineswegs die höheren Arten hervorruft, sondern zu diesen selbst schon das Vorhandensein anderer Seelenthätigkeiten erfordert wird, so können auch das gegenständliche und das Selbstbewußtsein mit jenem Organe

nur insofern in Verbindung stehen, als zu Hervorbringung ihrer selbst das sinnliche Bewußtsein nöthig ist. Mit anderen Worten: die beiden höheren Arten des Bewußtseins stehen nur mittelst des sinnlichen Bewußtseins mit dem Organe des letztern (nach uns den Hirnhöhlen) in Zusammenhang. Also ist ihre Beziehung zu diesem eine mittelbare. Das Selbstbewußtsein kann zwar nicht vorhanden sein, wenn das sinnliche erloschen ist, aber dieses kann vorhanden sein, ohne daß damit nothwendig das erstere gegeben wäre.

Wir gehen nun zum Erkenntnißvermögen und dessen beiden höheren Formen, Verstand und Vernunft, über. Durch Verstand bezeichnen wir mit dem größten Theile der Psychologen das Vermögen der Begriffe, Urtheile und Schlüsse, durch Vernunft das Vermögen, die Gründe der Dinge zu suchen, ihren innern Zusammenhang zu erforschen, also das Vermögen der Ideen. Schon das Vorstellungsvermögen faßt die einzelnen Erscheinungen in Schemata zusammen, und bildet so die erste Synthesis; der Verstand wiederholt dann dieses Geschäft in einer höhern Weise, indem er das so Zusammengesetzte wieder trennt in Object und Prädicat, diese dann mittelst der Kategorien wieder verbindet, und auf diese Weise ein Urtheil und einen Begriff zu Stande bringt. Der Schluß ist nur ein zusammengesetztes Urtheil. Das Geschäft der Vernunft endlich ist es, den Causalnexus zwischen mehren durch einzelne Urtheile ausgesprochenen Verhältnissen aufzufinden, und sie thut dies durch die uns eingeborene Idee vom Grunde. Die Idee des Causalnexus ist nämlich durchaus nicht eine zufällig aus der Association der Vorstellungen entstandene. Ich mag mir diese combiniren, wie ich will, mag aus ihnen abstrahiren, mag mir ihr stetes Miteinander und Nacheinander vorhalten, wie ich will, daraus entsteht noch immer nicht der Gedanke an Ursache und Wirkung, an Grund und Folge; aus dem post hoc würde in mir nie das propter hoc entstehen, wenn mir nicht schon a priori der Gedanke des nothwendigen Grundes eingepflanzt wäre. — Diese verschiedenen Stufen und Formen des Erkenntnißvermögens stehen nun in mannichfaltiger Wechselwirkung. Das Vorstellungsvermögen liefert den Stoff für die Thätigkeit des Verstandes, der Verstand bewirkt aber durch Reproduction seiner Begriffe auch wieder die Reproduction solcher Vorstellungen, die zu denselben gehören. In Bezug auf die Vernunft verhält sich der Verstand ebenfalls auf zweierlei Art. Er giebt derselben in seinen Begriffen und Urtheilen den Stoff, an welchem sie ihre Ideen entwickelt und nach Gründen forscht; er kleidet aber auch die Ideen in die Form der Urtheile, Begriffe und Schlüsse ein. Die Vernunft endlich hat wiederum zwei Richtungen, eine nach dem Verstande hin, und in dieser Richtung hat sie es hauptsächlich mit der sinnlichen Erscheinungswelt zu thun, und die Phänomene nach ihrer Dignität und wechselseitigen Beziehung zu ordnen. Die andere Richtung aber geht auf das Innere des Menschen, auf die reine Sphäre der Ideen des Guten, Wahren und Schönen. Man hat diese Ideen als der Vernunft immanente geleugnet, und ihre Entstehung aus dem bloßen Beziehen der Vorstellungen auf einander erklären wollen; allein aus dem bloßen Beziehen der Vorstellungen wird niemals eine Idee, und es wird ewig unbegreiflich bleiben, warum ich die Vorstellungen gerade unter diesem Gedanken und in keiner andern Weise auf einander beziehe, wenn nicht etwas außer den Vorstellungen da ist, welches diese bestimmte Beziehung erst möglich macht. Es eröffnet sich uns aber hier die unendliche, unergründbare Tiefe des menschlichen Geistes. Die großen weltbewegenden Gedanken der hervorragenden Weisen, Gesetzgeber, Forscher und Künstler lassen sich unmöglich

aus den Gesetzen der Vernunft und des Verstandes logisch deduciren; sie sind im Individuum da, ohne daß ihr Empfänger weiß woher, und seine Sache ist es nur, ihre Wichtigkeit alsbald zu würdigen, und sie durch eigene Anstrengung mit Hülfe aller psychischen Kräfte durch- und auszubilden. Uebrigens findet dieser Vorgang nicht bloß bei den Heroen der Menschheit, sondern bei allen Menschen Statt, und Jeder kann und muß öfter als einmal an sich die Erfahrung machen, daß mancher Gedanke auf eine ihm völlig unbewußte, unbegreifliche Art in ihm entsteht. Hier stoßen wir aber an die Grenze der Philosophie und Religion, an die Frage der Freiheit und Nothwendigkeit, und kehren daher um. — Aus dem Bisherigen ergiebt sich, daß Vorstellungsvermögen, Verstand und Vernunft nur der Ausdruck für einzelne Processe der gesammten Erkenntnißthätigkeit sind. Es ist daher gar nicht nothwendig, daß jeder derselben mit einem besondern Theile des Gehirns in Verbindung stehe. Diese Annahme beruht auf der falschen Vorstellung, als ob die Seele zu jeder einzelnen Modification ihrer Thätigkeit ein besonderes körperliches Organ nöthig habe. Die Erfahrung lehrt uns ja weiter nichts, als daß die Seele, um von der Sinnenwelt afficirt zu werden, und um andererseits ihr Inneres in eine sinnlich wahrnehmbare äußere Erscheinung treten zu lassen, körperliche Organe nöthig habe, keineswegs aber, daß der körperliche Stoff der wesentliche Grund ihrer Gesammtthätigkeit sei. Die Behauptung daher, daß jede einzelne, gleichviel welche, Seelenthätigkeit (abgesehen von dem Gegenstande derselben) nur durch und vermittelst eines speciell für ihre Eigenthümlichkeit geschaffenen physischen Organes vor sich gehen könne, ist eine grundlose, über alle Erfahrung hinausspringende, die nie und nirgends a posteriori, sondern stets durch vorausgesetzte willkürliche philosophische Annahmen von Idealität und Realität, Idee und Organ, Kraft und Materie, wahrscheinlich gemacht worden ist. Wir wollen nun sehen, was die Erfahrung sagt. Wir haben an seinem Orte das große Gehirn als Organ des Vorstellungsvermögens erklärt, zugleich aber auch die Ansicht abgelehnt, als ob einzelne bestimmte Theile desselben entweder sein Sitz überhaupt oder der Sitz bestimmter Formen desselben seien. Schon aus den dafür beigebrachten Gründen müßten wir uns auch gegen die Behauptung aussprechen, daß eine einzelne höhere Erkenntnißthätigkeit an gewisse einzelne Partien des großen Gehirns geknüpft seien. Nun sind aber auch Vorstellen, Denken und Nachdenken, wo sie einmal in demselben Subject zugleich thätig sind, so innig mit einander verschmolzen und verbunden, es entwickelt sich eins aus dem andern so heraus, daß sie nur als verschiedene Entwicklungsstufen einer und derselben Grundkraft, des Erkenntnißvermögens, erscheinen, dessen wesentliche Momente, das Abstrahiren und Combiniren, sich in allen wiederholen. Sie können daher auch unmöglich an getrennte physische Organe gebunden sein, sondern der Keim, die Basis der übrigen, das Vorstellungsvermögen, muß es sein, das ihre Beziehung zu den leiblichen Organen vermittelt. Die Erfahrung spricht deutlich für unsere Behauptungen. Nach langem angestrengten Denken bekommt man ein Gefühl von Ermüdung und Wüstigkeit im Kopfe, und es ist factisch, daß das Denken noch mehr anstrengt als die körperliche Arbeit und mehr Erholung fordert. Aber offenbar kann das Denken das Gehirn nicht anders anstrengen, als durch die Vorstellungen, diese müssen zum Behuf des klaren Denkens hinreichende Deutlichkeit haben, und deßhalb muß das Gehirn die entsprechenden Hirnbilder reproduciren. Freilich wird das Gehirn auch durch die steten Eindrücke der Außenwelt fortwährend erregt, und man könnte fragen, wie

es zugehe, daß dasselbe durch Erinnerungsvorstellungen mehr sollte erschöpft werden, als durch die Empfindungen? Aber beim Denken wird ja das Gehirn von zwei Seiten in Anspruch genommen; die Außenwelt hört nicht auf, auf das Gehirn zu wirken, wenn wir auch nicht auf dieselbe merken; es erzeugt Empfindungsbilder, aber zugleich wird es auch durch das Denken genöthigt, innere Hirnbilder zu erzeugen, und zwar solche von besonderer Stärke, damit sie den äußeren Bildern das Gleichgewicht halten und uns diese nicht allzusehr hindern. Dann liegt es aber auch in der Natur des Denkens, daß man sich stets nur auf einen bestimmten Kreis von Vorstellungen beschränkt, wodurch also auch die nach innen gewendete Gehirnthätigkeit eine einförmige, eben deßhalb aber leichter ermüdende ist. Uebrigens kann das Gehirn viel aushalten, und das Studiren geht meist nur dann schwer, wenn dasselbe durch Nachtwachen, krankhafte Verstimmungen, vorhergegangene Mahlzeiten geschwächt ist, oder wenn der Unmuth über die Fruchtlosigkeit unseres Denkens die Heiterkeit verscheucht. Man hat auch als Beweis, daß verschiedenerlei intellectuelle Thätigkeiten in den vorderen Gehirnpartien neben einander säßen, den Umstand angeführt, daß wir uns von einer psychischen Beschäftigung erholen können, wenn wir eine andere vornehmen. Allein dann müßte es ebenso viele solcher angeblicher Organe geben, als es Arten geistiger Beschäftigung giebt, was nicht möglich ist, und überdies sind ja bei jeder intellectuellen Thätigkeit immer mehre Kräfte wirksam, von denen immer diese oder jene auch bei einer andern wiederkehrt. Viel einfacher erklärt sich die Sache dadurch, daß bei dem Wechsel der geistigen Arbeit eben eine andere Reihe von Vorstellungen daran kommt, wodurch das Gehirn von seiner einförmigen Thätigkeit erlös't wird, ganz so, wie dasselbe sich von dem Hören des nämlichen Tones, dem langen Anschauen derselben Farbe durch einen andern Ton und eine andere Farbe erholt. Uebrigens ist es sehr zweifelhaft, ob man sich von einem Studium durch das andere wirklich erholen könne. Wer sich an der Medicin müde studirt hat, wird schwerlich von Stund an Mathematik mit Eifer treiben. Die geistige Beschäftigung, durch welche wir uns erholen (falls eine wirkliche Ermüdung da ist, denn das freiwillige Wechseln oder den bloßen Ueberdruß darf man durchaus nicht hieher ziehen), muß immer eine solche sein, welche nicht nöthig macht, viel innerlich zu reproduciren und festzuhalten, sondern mehr passives Aufnehmen gestattet, daher leichtere Lectüre, Theater, Musik u. dgl. — Was die Beweise aus der vergleichenden Anatomie betrifft, so verweisen wir auf den Artikel »Gehirn« und bemerken bloß noch Folgendes. Man darf wohl annehmen, daß Das, was das Thier überhaupt vom Menschen in Bezug auf das Erkenntnißvermögen unterscheidet, der Mangel der Vernunft ist, indem das Thier weder nach den Gründen der Dinge forscht, noch für Ideen empfänglich ist. Wollte man nun der Vernunft einen Platz im Gehirne anweisen, so müßte man ein dem Menschen eigenthümliches Organ in diesem vorzeigen können; dies ist aber nicht möglich, indem der einzige Unterschied des Menschengehirnes vom Thiergehirne, den man noch mit einiger Gewißheit festhalten kann, seine Größe und die Anzahl der Windungen ist. Daraus folgt nothwendig, daß mit dem Gehirne zunächst keine andere Erkenntnißthätigkeit zu thun hat, als die, welche allen mit Gehirn begabten Thieren unbestritten zukommt, das Vorstellungsvermögen. Die Größe und Ausbildung des menschlichen Gehirnes wird daher keine andere Deutung zulassen, als die, daß die höheren Erkenntnißkräfte des Menschen auch ein ausgebildeteres Vorstellungsvermögen voraussetzen und nöthig machen. Dieses wird durch jene beim Menschen

bei weitem häufiger in Anspruch genommen, als beim Thiere, der Mensch hat deßhalb auch eine viel größere, umfassendere Vorstellungswelt, und übt die innere Reproduction ohne allen Vergleich viel häufiger und mannichfaltiger als irgend ein Thier, und weil zum deutlichen Vorstellen die Gehirnthätigkeit mitwirken muß, so hat er auch ein größeres, ausgebildeteres Gehirn. — Ebenso wenig Beweise für einen besondern Sitz höherer intellectueller Kräfte liefert die Pathologie. Man mag die Geschichten der Hirnverletzungen und Hirnkrankheiten so genau studiren als man will, niemals wird man nachweisen können, daß mit Störung eines besondern Hirntheiles ausschließlich das Vermögen zu urtheilen oder zu schließen, oder nach Gründen zu forschen, verloren gegangen wäre. Ueberall, wo irgendwie Verstandesschwäche eintritt, ist auch das Vorstellungsvermögen, das Wahrnehmen oder Associiren, geschwächt; wo es aber an den Vorstellungen fehlt, geht es auch mit dem Denken nicht. Von den Irren wollen wir hier noch nicht weiter sprechen, glauben aber einstweilen das bemerken zu müssen, daß es völlig falsch ist, bei ihnen eine bloße Alienation des Verstandes oder der Vernunft anzunehmen; der Irre denkt und irrt gerade so wie der Gesunde und nicht in anderer Weise; der Unterschied besteht bloß in den Vorstellungen, welche den Inhalt des Denkens ausmachen. — Die Seele als erkennende steht daher zwar im Ganzen in Beziehung zum Gehirne, aber eben nur mit einer Seite, als Vorstellungsvermögen, und nur vermittelst dieses geschieht die gegenseitige Wechselwirkung.

Auch das Gefühl hat dreierlei Stufen. Die unterste besteht aus den schon früher besprochenen sinnlichen Gefühlen, eine Stufe höher stehen diejenigen Gefühle, welche in Folge eines Objectes, das als unserer Persönlichkeit angemessen oder unangemessen gedacht wird, entstehen, als: das Vergnügen, die Wonne, die Zufriedenheit, das Mißvergnügen u. s. f. Am höchsten stehen die geistigen Gefühle, welche aus dem Abwägen unserer inneren oder äußeren Zustände gegen unsere Ideen oder Ideale entstehen. Es gehören hieher das Wohlgefallen und Mißfallen (ästhetische Gefühle), das Fürwahrhalten, Anerkennen (noch ohne deutliches Selbstbewußtsein des Erkennens und Wissens, intellectuelle Gefühle), und das Fühlen der Willenskraft in sittlicher Richtung (die moralischen Gefühle, Achtung, Selbstachtung u. s. f.). Das religiöse Gefühl vereinigt alle diese. Das Gewissen ist das Gefühl des Zustandes unserer geistigen Persönlichkeit, unserer Selbstthätigkeit dem moralischen Ideal gegenüber, welches die Freiheit ist; in niederem Grade nur das Gefühl, welches aus dem Bewußtsein eines ursächlichen Verhältnisses zwischen unserem Thun und unserem Wohlbefinden entsteht. — Was nun das Verhältniß der Gefühle zum physischen Leben betrifft, so haben wir für die verschiedenen Arten der sinnlichen Gefühle schon bestimmte Nervenorgane aufgefunden, und diese vertheilt, so daß für die höheren Gefühle eigentlich schon gar keine mehr übrig sind. Es ist aber unseres Erachtens auch jeder Versuch, denselben bestimmte Nervenorgane anzuweisen, schon vonvorneherein verfehlt. Denn wenn sie in der That zu solchen in ebenso genauem Verhältnisse ständen, wie die sinnlichen, so müßten sie ebenso gut wie diese durch bloße körperliche Zustände erzeugt werden können. Dies ist aber offenbar nicht der Fall, sondern sie entstehen nur in Folge von Gedanken und Reflexionen, also auf rein psychischem Wege. Man könnte zwar sagen, diese Gedanken und Reflexionen hätten eben selbst schon ihren Sitz in gewissen Hirntheilen, und erweckten die betreffenden Gefühle dadurch, daß die diesen vorstehenden Hirntheile an jene angrenzten. Allein erstens ist die

Voraussetzung in Bezug auf die Erkenntnißvermögen schon widerlegt, und dann folgen die Gefühle, zumal die geistigen, auf die Gedanken durchaus nicht mit der physischen Nothwendigkeit, welche bei dieser Annahme stattfinden müßte. Ueberhaupt kann man für eine solche Hypothese gar keinen positiven Beweis beibringen. Mehr Schein hat die Theorie, welche das gesammte Gefühlsvermögen in Beziehung zu den Ganglien setzt. Dagegen ist indeß zuvörderst zu erinnern, daß, was wir hinlänglich dargethan zu haben glauben, auch dem großen und kleinen Gehirne, Rücken- und verlängerten Marke besondere sinnliche Gefühle zukommen, daß also die Ganglien nicht die einzigen Träger der Gefühle sind. Daß man ihnen aber die höheren Gefühle nicht zuschreiben darf, hat ganz dieselben Gründe, aus welchen deren unmittelbare Verbindung mit dem Gehirne verworfen wurde. Eine andere Vermuthung, welche sie in das Mittelgehirn setzt, kann ebenfalls keine stichhaltigen Gründe für sich aufbringen.

Endlich haben wir nun noch den Willen zu besprechen. Er ist von mancher Seite her für gar kein besonderes Seelenvermögen gehalten, sondern gewissen Philosophien und Systemen zu Liebe öfters nur für eine besondere Art des Denkens erklärt worden. Aber unser Selbstbewußtsein spricht entschieden dagegen. Aus dem Denken des Wollens, auch wenn das Fühlen hinzukäme, wird nie ein Wollen werden, und unsere moralische Vervollkommnung müßte eine sehr schwankende Sache sein, wenn sie bloß von der Einsicht abhinge. Man macht aber an den Bauern dieselben moralischen Anforderungen, als an den Philosophen und Psychologen von Profession, und die Rechtschaffenheit wäre schlimm daran, wenn es im Wollen auch nur auf's Speculiren ankäme. Giebt es vielleicht Tugendgenie's? Kurz, wir müssen das Strebungsvermögen als eigenes Vermögen anerkennen. Die niedrigste Stufe desselben ist der Trieb und der Bewegungsdrang. Eine höhere ist der thierische Wille oder die Willkür, welche auf Gefühle oder Begierden hin uns zu Handlungen treibt. Diese Handlungen bestehen entweder in einer Wirkung auf den Bewegungsdrang oder auf die Vorstellungen und Gefühle, in welch letzterem Falle wir die Willkür Aufmerksamkeit nennen; sie ist ein Festhalten der Vorstellungen und Gefühle vor dem Bewußtsein. Der Wille der höchsten Stufe endlich, der geistige Wille, bezieht sich auf Regulirung der höheren Seelenthätigkeiten, der Gedanken, der Gemüthsbewegungen und der Willkür; er tritt auf Vernunfterkenntnisse, auf die Gebote des Gewissens und der höheren Gefühle auf, und vollzieht die freie Selbstbestimmung des Menschen, so weit man im empirischen Sinne von Freiheit sprechen kann. Fragen wir nun nach dem Sitze der Willkür und des geistigen Willens, so können wir auch diesen kein Organ anweisen. Den Ganglien können sie ohnedies nicht angehören; es bliebe also nur großes und kleines Gehirn, verlängertes und Rückenmark übrig. Im verlängerten und Rückenmarke ist der Wille nicht zu suchen, und ebenso wenig im kleinen Gehirne, schon deßhalb weil er sich eben nicht bloß auf Bewegungen (und vielleicht Empfindungen) bezieht, sondern auch Vorstellungen, Gedanken, höhere Gefühle und Neigungen dirigirt. Daher kann kein Factum dafür aufgeführt werden, daß der Wille unmittelbar durch Krankheit des kleinen Gehirnes oder Rückenmarkes abnorm oder geschwächt würde. Wo bei Verletzungen oder Krankheiten des kleinen Gehirnes Apathie, Trägheit, Willenlosigkeit entsteht (sie ist aber keineswegs immer vorhanden und auch dann nie eine allgemeine, sich auf alle Thätigkeiten beziehende), da ist ja nicht ursprünglich das Wollen gestört, sondern nur eine physische Unfähigkeit ge-

setzt. Aber theils durch Erzeugung von Unaufgelegtheit, theils durch das physische Unvermögen selbst kommt nach und nach der Trieb außer Uebung und vergißt sich gleichsam, wodurch denn der Wille selbst weit weniger zur Aeußerung veranlaßt wird und sich ebenfalls mehr oder weniger vergißt, da der Trieb der Stoff ist, den er zu verarbeiten hat. Denn es ist hier dasselbe Verhältniß wie beim Erkenntnißvermögen. Wie das Vorstellungsvermögen der Stoff für Verstand und Vernunft ist und diesen Veranlassung zur Thätigkeit giebt, so ist der Trieb und der Drang, er sei nun durch körperliche Ursachen oder durch Association von Vorstellungen und Gefühlen erregt worden, der Stoff und die Anregung für den Willen. Wie aber Vernunft und Verstand nicht nur Vorstellungen, sondern auch Gefühle, Ideen und Strebungen zum Denkobject machen können, so kann die Willkür auch die Gefühle und Vorstellungen reguliren und der Wille über den Gedankengang entscheiden. Man hat auch wohl den Willen in's große Gehirn gesetzt, und ein neuerer Schriftsteller sogar Charakterschwäche und Atonie des Gehirnes identificirt. Aber es kann Charakterschwäche ohne Gehirnatonie und Gehirnatonie ohne Charakterschwäche vorhanden sein. Daß nach Gehirnlähmungen der Wille die Glieder nicht mehr bewegen kann, beweis't offenbar nichts für den Sitz des Willens im Gehirne, denn der Gelähmte will noch bewegen, aber er kann nicht wegen der physischen Unfähigkeit. Ebenso wenig beweisen die vom Gehirn ausgehenden Convulsionen in den willkürlichen Muskeln, denn erstens wirkt Hirnreizung auch auf unwillkürliche Muskeln (z. B. Iris, Herz), und zweitens können Convulsionen willkürlicher Muskeln auch durch Rückenmarksreizung entstehen. Die psychische Beziehung des großen Gehirnes ist nur die, zum Zwecke des Willens eine Einheit in die Vorstellungen und Bewegungen zu bringen, mit einem vorgesetzten Zweck, die Handlung, durch die er erreicht werden soll, in Einklang zu setzen. Dazu ist aber erstens bewußtes Denken, und zweitens bewußtes Vorstellen von möglichen dazu dienenden Bewegungen, also von reproducirten Bewegungseindrücken nöthig. Es müssen also, um eine zweckmäßige Handlung selbstständig vorzunehmen, bewußte Gedanken da sein, und auch die ihnen entsprechenden Bewegungstendenzen bewußt werden können, weil wir sie sonst nicht beliebig dirigiren könnten. Die motorischen Fasern müssen daher durch's Gehirn bis zum Organe des Bewußtseins gelangen, woraus leicht begreiflich ist, wie sie durch Krankheitsreize des Gehirnes Convulsionen veranlassen können. So deuten sich auch die so schwankenden Resultate der Vivisectionen. Die meisten des großen Gehirnes beraubten Thiere sitzen träg und apathisch da, nicht, weil ihnen das Organ des Wollens genommen, sondern weil ihnen aller Anlaß zum Wollen entzogen ist. Aber irgend eine Affection der motorischen Nerven, sei es durch passive Muskelbewegung (Stoßen, Werfen) oder ein Reflexreiz, macht einen, wenn auch bewußtlosen, Bewegungseindruck auf die Seele, und diese wird veranlaßt durch den entsprechenden Bewegungsdrang, zu welchem sich andere mit ihm zusammengewöhnte, associiren, ebenso bewußtlos zu reagiren; das Thier macht die ihm geläufigsten Bewegungen. Es setzt sich aber dabei keinen äußern Zweck; was es thut, kann sogar den besonderen Verhältnissen ganz unangemessen sein; denn es wird nur durch seine derartige körperliche Lage bestimmt. Daß aber nicht der Wille schlechtweg, sondern nur insofern verloren gegangen ist, als er sich nicht auf solche Zwecke beziehen kann, die nur mittelst des Gehirnes vollstellbar sind, zeigt sich daraus, daß das Thier (der Frosch wenigstens) eine bestimmte Ortsbewegung, die es einmal eingeschlagen

hat, hartnäckig beizubehalten sucht, auch wenn es umgedreht wird. Es setzt sich hier zwar nicht einen Ort als zu erreichendes Ziel vor, aber es will doch die Körperstellung, die es einmal eingenommen hat, beibehalten, und die erzwungene Richtung, die man ihm gegeben, wieder in die vorige verändern, Verhältnisse, von welchen es schon durch seine dunkle körperliche Gefühlsempfindung Nachricht haben kann, so daß es in Bezug auf diese sich eine Art Zweck setzt.

Wir sehen aus allem Bisherigen, daß man den Willen an keines der Centralnervenorgane unmittelbar gebunden betrachten kann. Der Grund ist einfach der, daß mit diesen nur diejenigen Vermögen in engerer Verbindung stehen, die wir mit dem gemeinschaftlichen Namen der Sinnlichkeit belegt haben. Die Willkür aber steht über allen diesen Vermögen und kann auf jedes derselben ihre Wirkung ausüben, noch mehr aber der geistige Wille, der, durch die Bestrebungen der Willkür angeregt, diese gewähren lassen kann oder nicht, und auch die über der unmittelbaren körperlichen Nothwendigkeit stehenden Gemüthsbewegungen und Gedanken leitet. Wir könnten versucht sein, bei dieser Gelegenheit auch die Frage nach der Freiheit des Willens, und wie weit sie reiche, in den Bereich unserer Betrachtung zu ziehen; in Erwägung aber, daß dieselbe schon dem Gebiete der Philosophie angehört, lassen wir uns nicht darauf ein; denn die empirische Wissenschaft hat es nur mit Dingen zu thun, die sich auf nothwendige Gesetze zurückführen lassen; die Freiheit ist ihr Object nicht mehr.

Wir schließen diese unsere Darstellung der höheren Seelenvermögen, deren Kürze der uns zugemessene Raum entschuldigen wird, mit einer kurzen Recapitulation. Das Seelenleben stellt sich nach unserer Ansicht in verschiedenen stufenförmigen Sphären dar. Die unterste, die Sinnlichkeit, begreift diejenigen Vermögen unter sich, welche wir unter dem Namen der sinnlichen weitläufiger erörtert haben. Die nächst höhere, welche wir die verständige nennen können, weil in ihr der Verstand auftritt, faßt in sich das gegenständliche Bewußtsein, den Verstand, das verständige (auf das Denken von Objecten erfolgende) Gefühl und die Willkür; die dritte das Selbstbewußtsein, die Vernunft, die geistigen Gefühle und den geistigen (auch freien genannten) Willen. Diese letzte Sphäre nennen wir den Geist des Menschen. Der Geist wird von Vielen als ein dritter Bestandtheil des Menschen der Seele und dem Leibe entgegengesetzt, und wir haben nichts dagegen, so lange man sich nur bewußt bleibt, daß diese Ansicht eine philosophische oder religiöse ist. Vom Standpunkte der empirischen Psychologie aus ist aber kein Grund vorhanden, den Geist des Menschen als etwas Selbstständiges, etwa als das einzige Göttliche in ihm, zu betrachten, und wenn er auch allerdings das Auszeichnende der menschlichen Gattung ist, so läßt sich doch ebenso gut sagen, die menschliche Seele habe eben diese Eigenschaften als ihr eigenthümliche. Der Würde des Menschen und der Unsterblichkeit würde diese Anschauungsweise auf keinen Fall Eintrag thun; doch gehen diese Fragen die Erfahrungswissenschaft nicht mehr an.

Eine allen Seelenthätigkeiten zukommende Eigenschaft, die wir hier noch erwähnen müssen, ist das Gedächtniß. Es ist die Fähigkeit eines Seelenvermögens, eine und dieselbe Thätigkeit, zu der es schon einmal bestimmt wurde, bei Wiederkehr desselben oder eines ähnlichen Anlasses in gleicher Weise wieder in sich hervorzurufen. Durch das Gedächtniß bewahren wir daher nicht nur Vorstellungen, sondern auch Gedanken, Gefühle, Begehrungen und Entschlüsse auf; wenn wir in Folge von Reisen oder von Krankheiten

unsere Gewohnheiten längere Zeit aufgeben, obgleich die Anlässe wiederkehren, so ist das ein Vergessen gewisser Strebungen. Es ist daher klar, daß das Gedächtniß als eine allgemeine Eigenthümlichkeit der Seele unmöglich einen besondern Sitz haben kann. Das Organ eines Vermögens wird auch das Organ seines Gedächtnisses sein, und wenn ein Vermögen kein besonderes Organ hat, so hat auch sein Gedächtniß keins. Indeß bezeichnet man im gewöhnlichen Leben mit dem Worte Gedächtniß vorzugsweise das Gedächtniß für Vorstellungen; auch Erinnerung heißt das Bewußtsein, daß die Vorstellung eine reproducirte sei. Nun liegt uns aber meistens nicht viel daran, bloß zu wissen, daß wir eine Vorstellung schon einmal gehabt haben, sondern des praktischen Gebrauches, der völligen Erkenntniß wegen wollen wir auch wissen, in welchen Beziehungen wir den Gegenstand früher kennen gelernt haben, d. h. wir wollen uns nicht bloß einige, sondern alle Vorstellungen zurückrufen, welche derselbe früher in uns erregte. Wir begegnen z. B. Jemand, er dünkt uns bekannt, wir haben ihn schon gesehen, können uns aber seines Namens nicht entsinnen. Hier besinnen wir uns nun auf die Totalität der Verhältnisse, unter welchen er uns früher erschien, wir besinnen uns, wie die Volkssprache sagt, »wo wir ihn hinthun sollen«. Sobald uns dies eingefallen ist, so kennen wir ihn, und wissen meist auch sogleich seinen Namen. Umgekehrt, wenn uns dies nicht einfällt, und ein Anderer sagt uns den Namen, so verbindet sich mit diesem auch oft die Totalität jener Verhältnisse. Es fällt uns irgend eine schöne Dichterstelle ein, wir entsinnen uns aber nicht, von welchem Dichter sie ist; der Name desselben fällt uns erst ein, wenn wir den Zusammenhang und das ganze Buch uns vergegenwärtigen. Dieses ist das willkürliche Erinnern; wir fixiren die Vorstellung, und lassen diejenigen Vorstellungen, welche sich am leichtesten mit ihr associiren, so lange vor uns vorübergehen, bis sich die gewünschte einfindet, wobei wir die Aufmerksamkeit bloß auf solche Vorstellungen richten, die mit der gewünschten gleichartig sind, z. B. auf Raumvorstellungen, Wortvorstellungen. Da das Gedächtniß mit der Association eigentlich eins ist, so gilt Alles, was von der Leichtigkeit der Associationen gesagt wurde, auch von der Stärke und Schwäche des Gedächtnisses und dem leichten oder schwerern Erinnern. Wir beschränken uns daher hier auf eine kurze Erörterung der bei dem Gedächtnisse in Betracht kommenden physiologischen Momente, wobei uns natürlich die Schwäche oder der Verlust desselben am meisten interessirt. Das Vergessen kann physische Gründe haben: Schwäche des ursprünglichen Einprägens, Ablenkung auf andere Vorstellungen, Zerstreuung, Mangel an Interesse, an Wiederholung u. s. f. Da aber, wo es entschieden von körperlichen Zuständen abhängt, tragen jedenfalls die Centralnervenorgane, namentlich das Gehirn, die Schuld, dadurch, daß sie entweder undeutliche oder gar keine Hirnbilder liefern. Von einem vollständigen Vergessen können wir nicht leicht eine Erfahrung machen, weil der in diesem Falle Befindliche sich uns überhaupt, weder in demselben Zeitpunkt, noch später (eben weil er früher nichts dachte) gar nicht über seinen Zustand verständlich machen könnte; dieser würde immer als völliger Stumpfsinn mit totaler Sprachlosigkeit erscheinen. Alle Beispiele, die die Wissenschaft als Gedächtnißverlust aufgezeichnet hat, betreffen nur das partiale oder relative Vergessen. Es kommt bei und nach mancherlei Gehirnkrankheiten, Hirnerschütterungen, Hirnverletzungen, Apoplexien, Lähmungen, Atrophie, nach Nervenfiebern, Blut- und Säfteverlusten, Geschlechtsausschweifungen, auch nach heftigen Affecten vor. Man hat in solchen Fällen daraus, daß das

Gedächtniß nicht ganz verloren gegangen, sondern meist nur eine Reihe von Vorstellungen derselben Gattung vergessen worden war, geschlossen, daß es verschiedene besondere Arten von Gedächtniß gebe, wie denn auch die Psychologie schon seit langer Zeit ein Sachen-, Orts-, Personen-, Namen-, Ton- und Zahlen-Gedächtniß unterschieden hat. Wenn man aber recht hinsieht, so läßt sich Alles auf eine Verschiedenheit nach den Sinnesenergien zurückführen. Denn auch von Gefühlen, Gerüchen und Geschmäcken erinnern wir uns, sie schon früher gehabt zu haben; aber für gewöhnlich kommen diese (wenigstens bei Sehenden, denn das Gedächtniß der Blinden ist in ihnen, besonders im Fühlen, stark) seltener vor, und werden seltener reproducirt, wie denn auch die angeführten Gedächtnißarten sich nur auf Gesichts- und Gehörsvorstellungen beziehen. Und in der That, was ist das sogenannte Personen-, Orts- und Sachgedächtniß Anderes, als ein Gedächtniß für Gesichtsvorstellungen, und das Wort- und Tongedächtniß Anderes, als eins für Gehörsvorstellungen? Wohin das Zahlengedächtniß gehört, ist noch zweifelhaft, aber auf jeden Fall einem von beiden oder beiden zugleich. Wenn nun doch auch innerhalb der Gesichts- und Gehörsvorstellungen eine Verschiedenheit des Gedächtnisses stattfindet, so liegt dies nicht in einer weitern ursprünglichen Verschiedenheit einzelner Gedächtnißspecies, sondern in der gesammten psychischen Richtung des Individuums überhaupt, welche ihm die Beschäftigung mit einem speciellen Gegenstande theils aufdringt, theils lieb macht, und in der Uebung. Wer gern unter Menschen lebt, und sich im socialen Leben hervorzuthun wünscht, der ist aufmerksam auf die Personen, mit denen er zu thun hat, und erwirbt sich Personengedächtniß; der Gelehrte richtet seine Aufmerksamkeit mehr auf Sachen und erlangt ein größeres Sachgedächtniß; beides aber sind nur verschiedene Richtungen desselben Gedächtnisses für Gesichtsvorstellungen, die nicht als besondere Gedächtnisse angeboren sind, sondern sich nur nach der Verschiedenheit des übrigen psychischen Complexes des Individuums so und so gestaltet haben. Die Katze hat ein gutes Ortsgedächtniß, aber nicht, weil sie ein specielles Organ dafür hätte, sondern nur, weil sie überhaupt für Gesichtsvorstellungen disponirt ist, ihre ganze Natur aber von der Art ist, daß sie sich um Personen und Individuen nicht viel kümmert, weßhalb sie ihr Gedächtniß nur in der ihr durch die Gesammtbeschaffenheit ihrer Seele angewiesenen Richtung ausbildet. Die großen Wundermenschen im Kopfrechnen haben kein specifisches Zahlengedächtniß, sondern sie sind eben für den Act des Rechnens (der nicht bloß Zahlenmerken verlangt) überhaupt geschaffen, sie sind Rechnenmenschen, ihre Seelenthätigkeiten alle wirken in dieser Richtung zusammen, und deßhalb bilden sie ihr Gedächtniß einseitig zum Zahlengedächtniß. So werden denn auch die physischen Bedingungen des Gedächtnisses im Gehirne sich nur darnach richten, wie dasselbe zu Erzeugung von Gesichts- oder Gehörsbildern ursprünglich disponirt oder später geübt ist. Einen bestimmten Sitz aber für beide auszumachen möchte schwer halten. Wenn nach Gehirnkrankheiten diese oder jene besondere Art von Gedächtniß verloren gegangen zu sein scheint, so giebt dies noch kein Recht zu schließen, daß dasselbe an einen bestimmten Ort im Gehirn gebunden sei. Es ist hier dasselbe Verhältniß wie bei den äußeren Lähmungen. Geschwülste auf den großen Lappen bringen ebensowohl Stumpfheit der Sinne und Schielen, als convulsivische Bewegungen der Arme hervor; Fehler, welche im Gehirne weiter unten lagen, haben oft Geruchlosigkeit und Blindheit, und solche, die weiter oben und vorn lagen, Lähmungen verschiedener Art bewirkt. Es sind daher nicht

einzelne Stellen des Gehirns für gewisse äußere Punkte bestimmt, sondern das Gehirn wirkt nur in seiner Gesammtheit, und jede Beeinträchtigung desselben an einer einzelnen Stelle wirkt daher auf's Ganze. Diese Totalwirkung äußert sich als Schwindel, Schlafsucht, Verwirrung, Bewußtlosigkeit, bis zum Tod. Nun tritt aber oft ein Act der Naturheilkraft ein. Um die Integrität des Ganzen zu retten, wird ein Theil aufgeopfert; die Nervenkraft wird von äußeren Theilen zurückgezogen, und auf das übrige Gehirn concentrirt; so entsteht die partielle Lähmung, Taubheit, Blindheit, Unempfindlichkeit des Trigeminus, die Hemiplegie. Ebenso ist es nur mit dem Gedächtniß, nur daß dieses sich nicht auf äußere Theile im Raume bezieht, sondern auf das innere Bilden überhaupt geht. Es ist hiebei durchaus nicht nothwendig, daß bei Schwächung der inneren Seh- und Hörbilder zugleich auch äußere Taubheit und Blindheit zugegen sei; denn der äußere Licht- und Schallreiz ist viel stärker, und kann noch Erregungen bewirken, wenn dies dem viel schwächern psychischen Reiz schon lange nicht mehr möglich ist, wie auch Muskeln durch den Galvanismus noch zu Contraction gereizt werden, die der Wille nicht mehr bewegen kann. Das geschwächte Gehirn giebt diejenige innere Thätigkeit zuerst auf, für die es am wenigsten disponirt, oder die ihm am wenigsten geläufig ist. Daß hiebei die Schwächung nicht eigentlich das Psychische, die Seelenthätigkeit des Associirens, selbst betrifft, erhellt daraus, daß die Patienten von ihrer Vergeßlichkeit wissen; sie wissen, daß sie bei einem Gegenstande sich etwas erinnern sollen, und haben also einen Ansatz in sich, die verwandte Vorstellung hervorzurufen; sie nehmen sich gleichsam einen Anlauf; aber ihr Besinnen hilft ihnen nichts, das physische Hirnbild tritt nicht hinzu, die Vorstellung wird nicht deutlich und kann sich nicht entwickeln. Daß das Gedächtniß für Begriff und Ideen durch bloß physische Ursachen nicht für sich allein verschwinden könne, sondern nur insofern die Vorstellungen zu ihrer Bildung verloren gehen, erhellt von selbst. Die artigen Beispiele, daß Personen bloß Substantiva oder gar nur Eigennamen vergessen hätten, stammen aus älteren Zeiten, und sind großentheils nicht einmal von Sachkundigen selbst beobachtet worden; die neuere Zeit weis't keinen hinreichend beglaubigten und scharf genug beobachteten Fall auf, aus dem man unwiderleglich beweisen könnte, daß alle Substantiva und daß kein anderes Wort als Substantiva vergessen worden sei. Aber es giebt noch eine Art Gedächtniß, die bei Gehirnschwäche auch oft verloren ist, namentlich das für Bewegungen. Wir haben schon bei einer andern Gelegenheit gesehen, daß der gehörige Gebrauch der Glieder förmlich vergessen werden kann; dasselbe kann aber auch in einer besondern Bewegungssphäre vorkommen, in der der Sprache. Es kommt manchmal vor, daß Gelähmte oder an Krämpfen Leidende ihre Begriffe und Gefühle nicht ausdrücken können, obgleich sie die betreffenden Worte wohl wissen, was sich daraus ergiebt, daß sie sich schriftlich ganz gut ausdrücken können. Auch ist dabei keine eigentliche Lähmung der äußeren Sprachorgane vorhanden, denn sie können einzelne Laute von sich geben; es ist nur die innere Reproduction der Bewegungseindrücke, welche nicht mehr leicht genug fortgeht, sie können die Bewegungen, die zum Wortbilden gehören, nicht mehr finden. Dies möge hier über das Gedächtniß genügen, und nur noch die Bemerkung erlaubt sein, daß man ja nicht glauben möge, das Gedächtniß selbst sei nur lediglich im Gehirne begründet; denn es kann Einer eine gesunde Gehirnorganisation, und doch wenig Gedächtniß haben; das Associiren der Vorstellungen ist daher ein psychischer Act, und das Gehirn associirt, wie

wir schon früher gesehen haben, die Vorstellungen nicht, sondern macht nur ihre Deutlichkeit und volle Entwicklung möglich, wenn sie sich schon associirt haben.

Durch das, was wir bisher über die Seelenvermögen beigebracht haben, glauben wir wenigstens dem Umfange nach den Anforderungen entsprochen zu haben, welche man in dieser Beziehung an einen psychologischen Artikel an einem solchen Orte machen kann. Würden wir eine eigentliche Psychologie schreiben, so müßten wir jetzt freilich nicht nur noch die Gesetze der höheren Seelenvermögen, sondern auch jene zusammengesetzten psychischen Thätigkeiten, welche wir in der Einleitung mit den leiblichen Organen vergleichen, noch näher beleuchten. In letzterer Hinsicht müßten wir z. B. von der Phantasie sprechen, welche ein selbstgewolltes Combiniren von Vorstellungen, die früher in dieser Art uns noch noch nie zusammen vorgekommen waren, unter Anleitung von Begriffen und Ideen ist, oder von der Sprache, einer höchst complicirten Thätigkeit, bei welcher Gehörsvorstellungen, Wille, Trieb und Nerven concurriren, um die Gedankenerzeugnisse des Individuums auf andere fortzupflanzen; und so noch von einer Menge Verhältnisse, wovon aber Jedermann einsieht, daß die Darstellung derselben uns viel zu weit in Gebiete führen würde, die nur in einer besondern umfassenden Arbeit über Psychologie oder Anthropologie besprochen werden können. Wir heben daher hier nur eine einzige Gattung complicirter Seelenthätigkeiten aus, welche ein specielleres Interesse für Physiologie und Medicin hat, nämlich die

Gemüthsbewegungen.

Um das Wort Gemüth zu erklären, halten wir uns am besten an den Sprachgebrauch, weil, wenn wir den verschiedenen Bedeutungen desselben in den Büchern folgen würden, wir uns bald rathlos verirrt haben würden. Gemüth ist, wie Gebirg, Gebüsch, Gestirn, ein Collectivnamen, der die mancherlei Arten von »Muth« bezeichnet, als da sind: Hochmuth, Uebermuth, Demuth, Wehmuth, Schwermuth, Kleinmuth, Heldenmuth, Sanftmuth u. s. f.; Gemüthsart bezeichnet beim einzelnen Menschen diejenigen von diesen Eigenschaften, die gerade ihm zukommen. Betrachten wir dieselben genauer, so finden wir überall, daß dieselben eine gewisse Beschaffenheit zugleich des Fühlens und Wollens bedeuten. Gemüth wäre demnach der gemeinschaftliche Ausdruck für einen gleichzeitigen Zustand des Fühlens und Wollens. Aber das Wollen ist dabei nicht in seiner völligen Energie thätig, da wir das vollendete Wollen für keine Thätigkeit des Gemüths mehr halten; es ist mit dem Gefühl nur in der Andeutung, im Keim verbunden, ein unentwickeltes Wollen, welches wir eine Willenstendenz nennen können. Ist eine solche Willenstendenz auf die Befriedigung einer Lust und Erreichung eines vorgestellten Zweckes gerichtet, so nennen wir sie ein Begehren. Das Gemüth wäre somit das Vermögen des Gefühls in seiner Verbindung mit einer gewissen Beschaffenheit der Willenstendenz. Gemüthsbewegung ist eine Veränderung, ein Geschehen im Gemüth. Gemüthsregung ist eine gelindere, Gemüthswallung (Affect) eine heftigere Gemüthsbewegung. Gemüthsruhe ist der Gegensatz von Gemüthsbewegung. Die Veränderung im Fühlen und Wollen bei der Gemüthsbewegung kann nun mehrfacher Art sein. Das Gefühl kann das der Lust oder Unlust, und das Streben kann herabgestimmt oder angeregt sein. Da aber das Gefühl der Lust, sofern es überhaupt auf das Streben wirkt und nicht bloß Lust bleibt, auf dieses niemals einen deprimirenden Einfluß übt, so ist mit ihm nie eine Willenslähmung verbunden; dagegen kann

die Erregung der Willensstrebungen in verschiedenen Graden stattfinden. Wir bekommen sonach folgende Eintheilung der Gemüthsbewegungen:

1) Gemüthsbewegungen der Lust:
   a) mit weniger Streben: Freude, Entzücken, Begeisterung, Stolz, Hoffnung;
   b) mit mehr Streben: Liebe, Dankbarkeit, Zuneigung, Wunsch, Sehnen, Begierde.
2) Gemüthsbewegungen der Unlust:
   a) mit herabgestimmtem Streben: Gram, Kummer, Betrübniß, Herzeleid, Jammer, Harm, Furcht, Grauen, Entsetzen, Schauder, Bestürzung, Schrecken, Verzweiflung, Scham, Reue;
   b) mit aufgeregtem Streben: Haß, Abscheu, Zorn, Grimm, Hitze, Erbitterung, Rache, Unwille, Entrüstung, Aerger, Verdruß, Eifern.

Dieses sind nur die auf unsern eigenen Zustand bezüglichen Gemütsbewegungen, und man könnte sie idiopathische nennen; es giebt aber noch eine andere Classe, welche durch Reproduction fremder Zustände erzeugt wird, als da sind: Mitfreude, Mitleiden, Mißgunst, Schadenfreude, und die wir sympathische Gemüthsbewegungen nennen (wohl auch sympathetische benannt). Da sie aber für die Physiologie von weniger Wichtigkeit sind, so werden wir uns mehr an die ersteren halten.

Noch haben wir übrigens zu bemerken, daß man die Gemüthsbewegungen nicht verwechseln dürfe mit der Leidenschaft. Leidenschaft ist eine krankhafte, abnorme Neigung, Neigung aber ist ein Zustand der Seele, in welcher ihr das Begehren eines Gegenstandes zur Gewohnheit geworden ist. Sofern die Leidenschaft Anlaß zu häufiger Wiederkehr bestimmter Gemüthsbewegungen giebt, fallen ihre physischen Wirkungen mit denen der letzteren zusammen, oder vielmehr die Leidenschaft wird nur dadurch schädlich für den Organismus, daß sie schädliche Gemüthsbewegungen setzt, womit indeß nicht gesagt ist, daß sie nicht auch sehr vortheilhaft wirken könne.

Die auffallende Wirkung, welche die Gemüthsbewegungen auf den Körper, sowie umgewendet auch die, welche der Körperzustand auf die Gemüthsstimmung ausübt, ist von jeher bemerkt worden. Es ist hier unmöglich, die vielfachen Theorien Anderer über die diesen Erscheinungen zu Grunde liegenden Vorgänge zu beurtheilen; und da wir ohne dies schon öfter Gelegenheit fanden, manche fremde Ansichten über die physischen Beziehungen der Gefühle zu beleuchten, so glauben wir uns hier mit Recht auf eine gedrängte Darstellung der hauptsächlichsten Phänomene unter bloßer Hinzufügung unserer eigenen Ansicht beschränken zu dürfen.

Die Gemüthsbewegungen können nicht unmittelbar auf den Körper wirken, weil sie, wie wir gesehen haben, aus Gefühlen und Willenstendenzen gemischt sind, und das höhere Fühlen und Wollen keine besonderen Organe mehr haben. Damit körperliche Affectionen zu Stande kommen, muß zuerst das Mittelglied, die Sinnlichkeit, afficirt werden. Das verständige Gefühl erregt in ihm entsprechendes sinnliches Gefühl, Heiterkeit, Düsterkeit u. s. f., und der erregte oder herabgestimmte Wille erregt oder stimmt auch den Bewegungsdrang herab. Umgewendet erregt eine gewisse Beschaffenheit des sinnlichen Gefühls auch eine Disposition zu gewissen höheren Gefühlen, und eine Aufregung oder Schwächung des Bewegungsdranges wirkt auch in gewisser Weise bestimmend zurück auf den Willen. Auf diese Art wirkt denn das Gemüth vermittelst der Sinnlichkeit auf das Nervensystem, und das Nervensystem vermittelst

der Sinnlichkeit auf das Gemüth. Diese Vorgänge sind sich aber nicht bei allen Menschen und in allen Fällen gleich. Die Unterschiede werden bedingt durch die Gemüthsart, das Temperament, die Constitution, die Stärke der Gemüthsbewegung (eine starke hat mehr und leichter körperliche Folgen, als eine schwache), die Beschaffenheit des körperlichen Zustandes (hier kommt es besonders auf den sogenannten schwachen Theil an, indem bei dem einen dieselbe Gemüthsbewegung auf dieses, bei dem andern auf jenes Organ stärker wirkt; je heftiger das Nervensystem, namentlich die Centralorgane, afficirt ist, desto leichter wird unter sonst gleichen Umständen eine gewisse Gemüthsstimmung erregt) und die Gewohnheit (bei anhaltenden Gemüthsbewegungen schwächt sie deren Wirkung auf den Körper; bei öfter wiederkehrenden aber verstärkt sie dieselbe). Unter diesen Voraussetzungen muß jede Gemüthsbewegung bestimmte Veränderungen, wenn auch in höherem oder geringerem Grade, im Organismus erzeugen oder durch solche erzeugt werden. Daher steht es nicht in unserer Macht, die körperlichen Folgen einer Gemüthsbewegung, wenn diese einmal da ist, zu unterdrücken. Wir können dieselben nur verhüten, wenn wir die Gemüthsbewegung selbst unterdrücken, oder mit Gewalt eine andere an deren Stelle setzen; vor der Schamröthe sind wir nur gesichert, wenn wir das Schamgefühl unterdrücken, und unsere Aufmerksamkeit auf andere Gedanken richten; vor dem Zittern der Furcht, vor der Blässe nur, wenn wir die Furcht niederkämpfen und, wenigstens auf einige Zeit, den Muth an die Stelle setzen. —

Ehe wir nun zu den einzelnen Gemüthsbewegungen übergehen, halten wir für nöthig, noch Einiges von der Physiognomie zu sprechen, als dem äußern Ausdruck der Gemüthsstimmungen. Alles, was in der Physiognomie auf Rechnung angeborener Bildung kommt, also die ganze Craniologie, lassen wir hier natürlich unberücksichtigt, weil dieses bei der Gemüthsbewegung nicht verändert wird. Wir haben es hier daher hauptsächlich nur mit der durch die Muskeln des Gesichts und Körpers verursachten Physiognomie zu thun. Das Mienen- und Geberdenspiel erfolgt offenbar nicht durch förmlichen Einfluß des Willens in Folge eines Entschlusses, und doch sind die willkürlichen Muskeln noch mehr als die unwillkürlichen dabei thätig. Aus Letzterem folgt von selbst, daß die Wirkung nicht durch das Gangliensystem vermittelt werden kann. Der leichteste Ausweg scheint und schien nun von jeher, gewisse Hirntheile anzunehmen, welche der Sitz dieser oder jener Gemüthsbewegung wären, und bei der Entstehung derselben den Reiz auf die bestimmten Muskelnerven fortpflanzen. Allein bei näherer Prüfung bietet diese Ansicht doch sehr viele Schwierigkeiten. Die Nerven der Augenmuskeln kommen zwar aus dem Mittelgehirn, und man könnte darin einen Beweis finden wollen, daß dieses der Sitz des Gemüthes sei, weil durch jene der eigenthümliche den Seelenzustand verrathende Blick bewirkt werde. Aber erstens werden die Augenmuskeln ja nicht bloß zum Behufe des Gemüthsausdruckes, sondern weit öfter durch den Willen zum Zwecke des Sehens benutzt, und zweitens ist der Blick nicht der einzige Verräther des Gemüthszustandes, sondern auch andere Muskelpartien, deren Nerven einen ganz andern Ursprung haben, wie z. B. der Facialis. Auch diesen hat man für den eigentlichen physiognomischen Nerven erklären wollen; aber, wenn nach obiger Hypothese jeder Gemüthsbewegung ein bestimmter Hirntheil entspräche, so müßte der Facialis, da er doch fast bei jeder Gemüthsbewegung mitwirkt, aus einer Menge von einzelnen Hirntheilen entspringen, was nicht der Fall ist. Ueberhaupt giebt es gar keine Gemüthsbewegung, bei der ausschließlich ein einziger Nerv thätig wäre, indem bei vielen sich entgegengesetzten dieselben

Nerven, nur in anderer Combination, und ja ohnedies nicht bloß die Gesichts-, sondern auch die Nerven des Rumpfes und der Extremitäten thätig sind, deren verschiedene Ursprünge so weit von einander liegen, daß sie nicht von einem einzelnen, jedenfalls sehr kleinen, Hirntheil gereizt werden können. Zudem müßten nach dieser Voraussetzung alle willkürlichen Muskeln zweierlei Fasern enthalten, solche für den Willen und solche für die Gemüthsbewegungen, was uns schon früher als falsch erschienen ist, wie wir denn überhaupt erwiesen zu haben glauben, daß das Gemüth gar keinen bestimmten Sitz im Gehirne haben könne. Sollen wir unsere Ansicht kurz sagen, so ist sie diese. Die Ursache der physiognomischen Bewegungen ist dunkele, oft unbewußte, durch Willenstendenz herbeigeführte Nachahmung früherer, wirklich gewollter, Bewegungen, oder auch, so zu sagen, das Vorspiel der Bewegungen, die eintreten würden, wenn der Wille dem Begehren, gewisse Handlungen auszuführen, nachgeben würde. Wir führen als Beispiel hier nur das Achselzucken an, welches deutlich ausdrückt, daß man eine Sache wohl abwägen müsse, daß sie also zweifelhaft sei; die beiden Achseln sind hier gleichsam die Waagschalen, auf denen das Gewicht der Sache abgewogen wird. Weitere Belege müssen sich bei der Betrachtung der einzelnen Gemüthsbewegungen ergeben, zu welcher wir jetzt übergehen. Wir können aber unmöglich alle einzelnen Gemüthsbewegungen durchgehen, sondern heben aus jeder Gruppe nur eine einzelne heraus, es dem Leser überlassend, das, was wir über dieselbe andeuten, auch auf die verwandten überzutragen.

Die Freude ist Lust, verbunden mit der Vorstellung eines Dinges, welches auch unser Streben in angemessene Erregung zu setzen verspricht (dieser Zusatz ist nothwendig, um die Freude von der bloßen Lust oder dem Vergnügen zu unterscheiden). Sie erregt ihr Analogon in der sinnlichen Seelensphäre, Heiterkeit, Aufgelegtheit, Leichtigkeit, Kraftgefühl und Behaglichkeit. Dadurch wird das Gehirnleben reger, die Vorstellungen lebhafter, Laune und Witz stellen sich ein; das Bewußtsein, daß unser Streben in gewisser Hinsicht frei geworden ist, erregt den Trieb und Bewegungsdrang, und das Kraftgefühl strebt nach Aeußerung im Plaudern, Singen, Tanzen u. s. f. Durch das Gefühl der Leichtigkeit und die Innervation der Muskeln überhaupt wird das Athmen bethätigt, welches, in Verbindung mit der durch die Behaglichkeit angeregten Ganglienthätigkeit kräftigeren Blutumlauf, größere Wärme, bessere Verdauung, blühendere Farbe bewirkt. Besonders zeigt sich dieses Alles am Auge, wo sich die allerdings noch nicht genau gekannten Nüancirungen in der Bewegung der inneren und äußeren Augenmuskeln, der Gesichtsmuskeln, der Iris, der Sclerotica, der durch den größern Turgor bewirkte Glanz der Hornhaut und Bindehaut, die größere oder geringere Feuchtigkeit des Auges vereinigen, um den dem Freudigen so eigenthümlichen Blick hervorzubringen. Daß die Freude in allen Krankheiten, wo die hier angeführten Wirkungen wünschenswerth sind, ein höchst kräftiges Heilmittel sein wird, begreift sich leicht. Sie kann aber auch zum Schlimmen ausschlagen, und man muß daher namentlich bei Solchen, welche zu Herzkrankheiten, zu Lungen- und Hirnblutung geneigt sind, mit Hinterbringung freudiger Nachrichten vorsichtig sein. Es sind viele Fälle aufgezeichnet, wo plötzliche heftige Freude tödtete; aber es läßt sich, um diese Wirkung zu erklären, doch nicht immer eine besondere Anlage zu den genannten Krankheiten nachweisen, und hier ist noch große Dunkelheit zu lichten. Soll ich eine Hypothese wagen, so scheint mir die plötzliche ungewohnte, durch den Affect herbeigeführte Umstimmung eine Art Krampfzustand in sämmtlichen Centralorganen hervorzubringen, in Folge deren durch gleichzeitige Sistirung aller Nervenfunctionen das Leben erlöschen muß. — Die Wunderheilungen scheinen

in der freudigen Zuversicht und Gewißheit der Heilung ihre angemessenste Erklärung zu finden. — Bei Gelegenheit der Freude wird wohl am passendsten auch das Lachen erwähnt. Das Lächerliche entsteht durch die Vorstellung einer Ungereimtheit, indem wir dem die lächerliche Handlung Begehenden unsere Einsichten und Absichten unterschieben. Wie daraus das Lachen entsteht, scheint mir am passendsten so erklärt werden zu können, daß eine intensive Behaglichkeit das Sonnengeflecht in einen Kitzel versetzt, der dann auf den Nerven des Zwerchfells reflectirt, dieses, und sympathisch auch die Gesichtsmuskeln zur Contraction bringt.

Die Liebe ist Gemüthsbewegung der Lust mit vorwaltendem Streben, den geliebten Gegenstand beständig gegenwärtig zu erhalten. Sie unterscheidet sich von der Freude erstens durch das intensivere Streben, und zweitens dadurch, daß mit ihr immer ein Erwarten, ja meistens auch Besorgniß vor dem Nichterlangen verbunden ist. Es giebt mehre Arten von Liebe, je nachdem das Object sinnliche, ästhetische oder moralische Lust erweckt, aber immer muß dabei ein Begehren im Gemüth gesetzt werden. Da die Liebe ein gemischter Zustand ist, so setzen sich auch ihre körperlichen Wirkungen aus verschiedenen Momenten zusammen, die aber nicht immer alle zugleich, sondern abwechselnd vorhanden sind, je nachdem eins oder das andere psychische Moment der Liebe gerade vorherrscht. Soll bei der Geschlechtsliebe Wollust eintreten, so muß diese schon früher anderweitig entstanden sein, und sie associirt sich später mit der Liebe, weil diese ihr, nur in höherer Sphäre, ganz analog ist, wovon sogleich weiter unten. Von der Freude hat die Liebe die Röthe der Wangen, den Glanz der Augen, den vollen Puls; die Vorstellung der Lust gewährt die Gefühle der Heiterkeit, Fröhlichkeit u. s. f., kurz, der Mensch fühlt ein ganz neues Leben in sich. Durch die Besorgniß aber, daß das Geliebte uns entrissen werden möchte, werden oft auch die entgegengesetzten Gefühle rege, woraus dann oft auch Düsterkeit, Niedergeschlagenheit u. s. f. mit ihren körperlichen Folgen, besonders aber ängstliches Erwarten mit Herzklopfen, schnellem, ungleichem Puls entstehen. In der Liebe wechseln daher die verschiedensten Regungen, sie ist ein süßer Schmerz, bald »himmelhoch jauchzend«, bald »zum Tode betrübt«. Das Streben, den geliebten Gegenstand festzuhalten, ganz in sich aufzunehmen, offenbart sich in der Stellung der Augen, die den Gegenstand in sich saugen zu wollen scheinen, in dem Vorwärts- und Entgegenbewegen des Hauptes, in dem sanften Zurückziehen der Lippen. Weitere körperliche Folgen der Liebe, als Abmagerung, Tiefsinn u. s. f. sind nicht mehr unmittelbare Folgen der Liebe, sondern nur des durch sie etwa verursachten Grames, Neides u. s. f. Wie alle Gemüthsbewegungen, so kann die Liebe aber auch vom Körper aus zwar nicht völlig erzeugt werden, doch eine große Anregung und Nahrung erhalten. Menschen mit einer glücklichen Sinnlichkeit und dadurch bedingtem Vorherrschen angenehmer Gefühle sind allen Leuten gut, sowohl weil sie hauptsächlich für die ansprechenden Seiten der Menschen empfänglich, als auch, weil sie geneigt sind, ein gesellschaftlich freundliches Vernehmen zu bewahren. Daher auch die leichtsinnigsten Menschen oft für die besten, respective gutmüthigsten, gelten. Es giebt Leute, die im Rausch sehr zärtlich werden und Jeden umarmen. Noch auffallender ist aber der körperliche Einfluß bei der eigentlichen Geschlechtsliebe. Mit dieser ist jedoch hier nicht der ganz niedere sinnliche Trieb gemeint, der nichts als die Befriedigung des Wollustreizes zum Zwecke hat, sondern jene höheren Gefühle und Begehrungen, die wir Liebe nennen. Ein regsamer Geschlechtstrieb versetzt das ganze Nervensystem, und von diesem aus die ganze Sinnlichkeit in einen Zustand der Un-

ruhe und des Schwankens zwischen Lust und Unlust, welcher vermöge seiner Stärke einen gleichen Anklang im Gemüthe hervorbringt, und es nöthigt, ein Object zu suchen, das den wogenden Gefühlen und Trieben entspreche, ihnen Nahrung gebe und sie befriedige durch ein höheres Gefallen. So entsteht die verliebte Stimmung oder Verliebtheit, die bei großem innern Drang oft in Bezug auf die Vorzüge des geliebten Gegenstandes sehr genügsam ist. So kommt es beim Jüngling oft nur darauf an, daß sich jener Trieb zufällig in Gesellschaft oder beim Gedanken an diese oder jene Person zuerst geäußert hat, um dieselbe sogleich zur Geliebten zu machen, indem sich sofort die Vorstellung derselben und die Gemüthsbewegung stets associiren, wobei die Geliebte in der Phantasie mit immer neuen Reizen geschmückt wird, die ihrerseits wieder das Lustgefühl erhöhen. Erst öftere Erfahrung und wachsende Selbstkenntniß öffnet ihm die Augen über den Werth und Grund seiner Neigung. Manchmal wird durch besondere Umstände dieser Vorgang abnorm, und statt des Verliebens finden sich mehr oder weniger sonderbare Begierden ein, z. B. Weiberkleider zu zerreißen. Von einigen sog. Mädchenschneidern oder Mädchenstechern ist es notorisch, daß sie dazu durch einen bis zur Wuth gesteigerten Geschlechtstrieb bewogen wurden, und im Momente des Stechens das Gefühl eines vollbrachten Beischlafes hatten. Sicher findet hierin auch die um die Zeit der Pubertät so häufig vorkommende Neigung zum Brandstiften ihre Deutung, wenn sie auch nicht immer und nicht allein darin begründet sein mag. Eine abnorme Richtung der Geschlechtsliebe ist auch die Schwärmerei aller Art, besonders die religiöse beim weiblichen Geschlecht, indem die Liebe sich an Phantasiegebilde hängt, wo sie dann bis zur Entzückung ausschweifen und sich für eine himmlische Liebe halten kann, während doch ihr Entstehungsgrund ein ganz anderer ist.

Die deprimirenden Gemüthsbewegungen theilen sich in drei Arten: Betrübniß als deprimirende Gemüthsbewegung der Unlust in Bezug auf ein Vergangenes (mit den Varietäten Gram, Kummer, Traurigkeit, Schwermuth, Reue), Besorgniß (Furcht, Grausen, Schauder) in Bezug auf ein Zukünftiges, Schrecken (Bestürzung) in Bezug auf ein heftig einwirkendes Gegenwärtiges. Keine Gemüthsbewegung, sondern bloß ein intensives Gefühl ist der Seelenschmerz, dasselbe Gefühl der Vernichtung im Psychischen, wie es der physische Schmerz von leiblicher Seite ist, ein Gefühl, als ob wir psychisch gar nicht mehr existiren könnten. — Bei der Betrübniß entsteht durch das Gefühl der Unlust in der Sinnlichkeit Schwächegefühl, Angst, Unaufgelegtheit, Unbehaglichkeit, dadurch herabgestimmtes Leben des Rückenmarkes, verlängerten Markes, Gehirnes und der Ganglien. Durch einen solchen Zustand wird das Athmen schwerer, der Herzschlag träger, der Blutlauf gehemmt, die Muskeln erschlafft. Daraus erklären sich die dieser Gattung von Gemüthsbewegungen charakteristischen Erscheinungen: Gefühl der Schwere auf der Brust, Seufzen, gesenkter Kopf, matter Gang, Längerwerden des Gesichtes, besonders der Nase, Stockung des Blutes in den Venen, daher Unterleibsleiden, Trübe der Augen, Gesichtsblässe, Weißwerden der Haare, blasser Urin (Entstehung von Harnruhr), schlechte Milch, selbst der Tod, wie beim Heimweh. Von allen Gemüthsbewegungen werden gerade die zu dieser Classe gehörenden am leichtesten und häufigsten durch Körperzustände befördert und eine Disposition zu ihnen gegeben. Schwächung des Nervensystems, besonders durch Excesse in Venere, venöse Blutbeschaffenheit, Krankheiten der Leber (welche durch die Ganglien Unbehaglichkeit, durch veränderte Blutmischung, geringere Entkohlung zu geringe Anregung des Gehirns, und dadurch Düster-

keit, Trübsinn, Unaufgelegtheit, durch Sympathie mit den Lungen zuweilen auch Angst verursachen), Blähungen (theils durch die Ganglien, theils durch den Druck auf das Zwerchfell), Verstopfungen sowohl als Durchfälle, übermäßiger Schweiß und Urinabgang sowohl als Unterdrückung dieser Secretionen, Krankheiten des Herzens und der Lunge (durch Angst und Unbehaglichkeit, die Phthisis zuweilen ausgenommen) wirken, indem sie fortwährend gewisse sinnliche Gefühle der Unlust erzeugen, allmälig auch auf das Gemüth, und veranlassen in diesem eine Stimmung, die den Gemüthsbewegungen, von welchen hier die Rede ist, vorzugsweise förderlich ist. Die Wassersucht und manche besondere Nervenzustände erzeugen oft eine solche Abstumpfung aller Sensibilität, daß daraus eine förmliche Apathie und Gleichgültigkeit gegen physische und moralische Uebel entsteht. — Die Furcht regt zwar scheinbar auf, ist aber doch dem Wesen nach eine deprimirende Gemüthsbewegung. Ihr Unterschied von der Betrübniß besteht darin, daß bei der Furcht noch ein Erwarten des Uebels stattfindet, während dieses bei der Betrübniß schon eingetreten ist. Jedes Erwarten, auch das freudige, ist mit einem Anhalten des Athems verbunden, daher ist bei der Furcht noch mehr Angstgefühl vorhanden, als bei der Betrübniß. Hiedurch und durch die Schwächung sämmtlicher motorischer Kräfte wird die Propulsionskraft des Herzens herabgestimmt, es sammelt sich viel Blut in den großen Venenstämmen und im Herzen. So entsteht Beängstigung, und in deren Folge erwacht neue Reaction im Herzen, um die Blutmasse fortzuschaffen, der aber die Kraft fehlt, und die es daher nur zu unordentlichen Palpitationen bringt; es entsteht Herzklopfen und schneller aber kleiner Puls. Wegen dieser Ansammlung des Blutes im Innern und der geringen Menge desselben, welche in die Arterien getrieben wird, werden die kleinen äußeren Venen leer, und geben oft gar kein Blut. Die gesammte Muskulatur wird wenig mehr innervirt, die Sphincteren des Afters und der Blase erschlaffen (Koth- und Harnlassen), und aus dem Kampfe des Willenseinflusses mit der Schwäche der Glieder entsteht das Zittern und Zähneklappern. (Manchmal scheint die Furcht große Kraft zu verleihen, namentlich zum Laufen; dies bewirkt sie aber nicht als Gemüthsbewegung, sondern durch einen förmlichen motivirten Entschluß und bezwecktes Wollen.) In Folge des plötzlichen Blutmangels wird die Haut blaß, kalt, es entsteht Frost, Gänsehaut (ob durch Gerinnung des Hautsmegma's oder durch Hautkrampf, bleibe hier unentschieden), und vielleicht hat hierin die öfters sich einstellende Diarrhoe ihren Grund, welche antagonistisch die unterdrückte Hautperspiration ersetzen würde. Bei Vielen wirkt aber die Furcht anders auf die Haut; wenn nämlich das Herz sehr kräftig reagirt und das Blut stark umhertreibt, während doch zugleich die Wände der Haargefäße noch erschlafft sind, so entsteht Schweiß, Angstschweiß, in welchem Falle kein Durchfall eintritt. Es ist klar, daß hiebei sehr viel auf individuelle Constitution und Anlage ankommt, und daß hier noch viel zu forschen ist. Engbrüstigkeit, körperliches Zittern und manche Krankheiten stimmen rückwärts selbst wieder zur Furcht, machen furchtsam. — Der Schrecken ist eine intensive Furcht. Außer den Wirkungen der Furcht im Allgemeinen kommt ihm vorzüglich eine lähmende Eigenschaft zu (Offenstehen der Augenlider, Zurücktreten von Hernien, Herzerweiterung und dadurch auch Herzzerreißung, Lähmungen, nervöse Apoplexie). Das Zusammenfahren ist nur eine Reaction, ebenso das Herzklopfen nach dem Schrecken. Manche Krankheiten, besonders Lähmungen und Krämpfe, heilt er, wie die Furcht, durch Aufregung der Willenskraft, und hiedurch mittelbar kräftige Alteration der motorischen Nerven, vielleicht aber auch manchmal bloß psychisch, durch Wiederauffrischung der ver-

gessenen Bewegungsvorstellungen. Wie jede lähmende Ursache kann er aber auch Convulsionen und Epilepsie bewirken. Er bringt Blutflüsse hervor, stillt aber auch schon vorhandene, Ersteres durch Erschlaffung der Gefäßwände bei kräftiger Herzreaction; Letzteres findet, soviel mir bekannt, nur bei der Menstruation Statt, und mag vielleicht darin seinen Grund haben, daß das durch den Schreck auf gewisse innere Organe zurückgedrängte Blut nicht vollständig, auch während der Reaction, mehr in's Gleichgewicht gebracht wird, sondern einen Zug nach jenen Organen beibehält, wodurch antagonistisch die Menstruation aufgehoben wird. Doch bedarf das noch mancher Aufhellung.

Der Zorn ist Gemüthswallung der Unlust mit Anregung der Wollenstendenz, die Ursache der Unlust zu entfernen. Zu letzterem Zwecke wird heftiger Trieb und Bewegungsdrang erregt, daher Stirnrunzeln, Zucken der Brauen, Rollen und Fixiren der Augen, Zähneknirschen, Stammeln, Ballen der Fäuste, Fußstampfen. Wenn sich der Zorn nicht in förmliche Gewaltthätigkeit oder wenigstens in heftige Bewegungen äußerer Muskeln, Schelten u. s. f. entladet, so wendet sich die aufgeregte Bewegungskraft ganz auf die seltner durch die Willkür in Anspruch genommenen Muskeln, deren Bewegung am wenigsten durch die reflectirende Besonnenheit gehemmt wird, die Athmungsmuskeln. Es entstehen heftige Exspirationen, Schnauben, das Blut wird in häufigeren Wogen von den Lungen in's Herz getrieben, da sich diese aber zwar hastig bewegen, jedoch nicht gehörig ausdehnen, so häuft sich bald das Blut im Herzen zu sehr an, und dieses muß gewaltsam reagiren, um dasselbe wieder fortzuschaffen. Hieraus erklärt sich die Röthe des Gesichts, der heftige Puls, das Schwellen der Adern, die öfters eintretenden Herzerweiterungen, Zerreißungen, Blutflüsse, Apoplexien. Die Elektricität ist vermehrt, worin wahrscheinlich der Grund liegt, daß mehre Thiere im Zorn einen eigenthümlichen Geruch von sich geben, Filippo Neri die leidenschaftliche Bewegung von Menschen durch den Geruch erkannte, und vielleicht auch bei Thieren die Haare und Borsten sich sträuben, wenn Letzteres nicht aus Contraction von Hautmuskeln zu erklären ist. Endlich wirkt der Zorn auf die Secrete, namentlich auf drei: Galle, Speichel, Milch. Das Austreten der Galle in den Magen ist ein allgemein bekanntes Symptom des Zornes, wiewohl dasselbe keineswegs bei allen Menschen stattfindet, sondern eine gewisse Disposition erfordert. Es wird dem Zornigen übel, er empfindet eine Spannung, einen Druck in den Präcordien, bittern Geschmack, Neigung zum Erbrechen, oft auch wirkliches Erbrechen. In anderen Fällen tritt Diarrhoe ein, und ist allemal ein günstiges Zeichen. Im entgegengesetzten Falle, wenn die Galle zurückbleibt, können allerlei Verdauungsbeschwerden, Gallenfieber und Leberentzündungen entstehen. Die Ursache dieser Erscheinungen nun hat man früher in einer vermehrten Secretion der Galle gesucht, aber nach meiner Meinung mit Unrecht; denn eine Vermehrung allein kann unmöglich Schuld sein, daß die Galle in den Magen kommt, sondern würde eben immer nur Durchfall bewirken; auch könnte nie aus Zorn ein Gallenfieber entstehen, da dieses ja nicht eine Folge der übermäßigen Absonderung, sondern der gehemmten Ausscheidung der Gallenbestandtheile ist. Der Zorn bewirkt daher die plötzliche Ansammlung der Galle im Magen und Zwölffingerdarme durch vermehrte Contraction der Gallenblase, der Gallengänge, und durch eine antiperistaltische Bewegung im Zwölffingerdarme und Magen, wodurch die Galle aus der Blase entleert und in den Magen heraufgepumpt wird, nach meiner hier nicht weiter auszuführenden [1]) Ansicht ver-

[1]) Es versteht sich, daß hier nicht auf weitläufige physiologische Untersuchungen

mittelst eines auf der Reizung des verlängerten Markes beruhenden plötzlichen Uebergewichtes des Nervus vagus über die durch die intensive beim Zorne stattfindende Unbehaglichkeit herabgestimmten Ganglien. So lange diese heftige antiperistaltische Bewegung fortdauert, bleibt alle aus der Blase entleerte Galle in dem krampfhaft zusammengezogenen Duodenum und Magen, verursacht die biliösen Erscheinungen und selbst Erbrechen; bei etwas längerer Dauer mag die Galle aufgesaugt werden, und Gelbsucht verursachen können. Läßt aber die antiperistaltische Bewegung nach, so entladet sich, wenn die Kräfte nicht zu schwach sind, die Natur der angesammelten Galle durch einen Durchfall. Also verursacht nicht die vermehrte Galle die antiperistaltische Bewegung, sondern diese geht voraus, und ist Ursache, daß Galle aus der Blase in den Magen kommt. Hieraus erklärt sich, warum der Zorn während des Essens so schädlich ist, und warum man bei derjenigen Biliosität des Magens, welche durch Zorn entstand, nicht gleich nach dem Zorn ein Brechmittel geben darf. Uebrigens kommen diese Gallenergießungen bei den dazu Disponirten hauptsächlich nur dann vor, wenn sie ihren Zorn nicht auslassen können, und dieser daher zum Aerger einschrumpft, den sie, wie man sagt, verschlucken müssen; die die aufgeregte motorische Kraft entladet sich nach innen. Ebenso ist es mehr der Aerger als der Zorn, welchem der große Einfluß auf die Verschlechterung der Milch zuzuschreiben ist. Die Milch wird dabei so wenig vermehrt als die Galle, sie wird nur verändert (wie wir denn auch nicht leugnen, daß die während des Aergers secernirte Galle, aber auch nur diese, eine abnorme Beschaffenheit annehmen könne). Die Säuglinge können dadurch Koliken, Durchfälle und Convulsionen bekommen, ja selbst plötzlich sterben. Der Grund wird wohl in nichts Anderem gesucht werden können, als in der plötzlich eintretenden allgemeinen heftigen Unbehaglichkeit, wodurch die Innervation der Capillargefäßwände der Brüste gestört und die gehörige Bearbeitung der abzusondernden Milch verhindert wird. Es wäre zu wünschen, daß solche Milch zum Gegenstande mikroskopischer und chemischer Untersuchungen gemacht würde. Der bei der Brechtendenz im Zorn stattfindende Ekel ist zugleich der Grund, daß in diesem mehr Speichel abgesondert wird, wie dies bei jedem Ekel der Fall ist. Daß der Speichel wirklich verändert werde, ist möglich, aber noch nicht durch häufigere Versuche genügend festgestellt; daß er im Zorne wirklich giftig sei und, in Wunden fremder Individuen gebracht, selbst die Wasserscheu zu erzeugen vermöge, ist ebenfalls noch nicht hinreichend erwiesen, da die wenigen darauf bezüglichen Thatsachen sämmtlich auch andere Erklärungen zulassen. Zuweilen sammelt sich der Speichel in so großer Menge im Munde, daß er als Schaum über denselben tritt; dies ist aber nicht Folge der vermehrten Absonderung, welche so beträchtlich nicht ist, sondern durch die mit der Uebelkeit und dem Ekel verbundene Zusammenschnürung des Schlundes und das mit dem häufig vorkommenden Zähneknirschen verbundene Zusammenpressen der Kinnladen wird nur das Verschlucken desselben seltener. — Viele Menschen werden vom Zorn nicht roth, sondern blaß; dies ist besonders bei heftigem Zorn, den man nicht auslassen kann, der Fall. Kommt dazu ein schon ohnehin schwacher, reizbarer Magen, so entsteht leicht große Uebelkeit und in deren Folge die Blässe. — Der

---

eingegangen werden kann. Damit aber obige Ansicht nicht als eine bloß willkürliche erscheine, so glaube ich auf meine »Beiträge zur Anthropologie. Erlangen 1841, S. 210—216« verweisen zu müssen, wo die Function des Vagus und der physiologische Vorgang beim Erbrechen ausführlicher besprochen wird. Die seitdem von der Wissenschaft noch gewonnenen Resultate über die Functionen des Vagus und das Erbrechen scheinen jenen Vermuthungen eher günstig als ungünstig zu sein.

Zorn wirkt auch manchmal heilsam, und zwar auf zweierlei Weise. Erstens durch das Erbrechen und den Durchfall, indem er die in der Gallenblase und den Gallengängen stockende Galle mobil macht; zweitens durch Aufregung der Willenskraft und Bethätigung der motorischen Nerven, wodurch er selbst schon Lähmungen gehoben hat, und drittens durch Erzeugung eines gastrischen Fiebers, wodurch er veraltete Stockungen und arthritische Geschwülste auflösen kann. — Außerdem daß die Anlage zum Zorne durch die Beschaffenheit der Gemüthsart und des Temperamentes begründet wird, wird derselbe auch durch gewisse körperliche Zustände erleichtert. Von alten Zeiten her hat man in dieser Beziehung die Leber beschuldigt. Hievon ist aber nur soviel richtig, daß Stockungen und andere Krankheiten der Leber leicht eine düstere, mißmuthige Stimmung erregen, in welcher man zum Zorn mehr geneigt ist. Keineswegs aber macht viele Galle selbst einen Zornanfall. Von mehr Wichtigkeit ist die Nervenconstitution, eine gewisse noch nicht näher gekannte Beschaffenheit und Reizbarkeit des kleinen Gehirns und Rückenmarkes. Leute mit reizbaren Nerven sind sehr zu leidenschaftlichen Aufwallungen geneigt, und Epileptische sehr häufig jähzornig. Ob die leichte Erzürnbarkeit Phthisischer ihren Grund in den Lungen selbst und der dadurch gesetzten Reizung zu hastigerem Athmen oder in der mit der Tuberkelphthisis fast stets verbundenen großen Nervenreizbarkeit habe, wollen wir unentschieden lassen. Starke Muskelbewegung, Anstrengung jeder Art kann durch Aufregung des Kraftgefühls und Bewegungsdranges bei vorhandener Anlage und hinzukommendem äußern Anlaß durch Association von der Sinnlichkeit zum Gemüthe leicht zum Jähzorn führen. Die Weiber sind nie unwirscher als beim Waschen; seine eigene Furcht kann man oft durch zornige Geberden verscheuchen, und der Zorn läßt stets etwas nach, wenn man sich setzt oder legt[1]).

Nachtleben der Seele.

Unter diesen Begriff fassen wir eine Anzahl von Zuständen zusammen, welche wir im Bisherigen nicht oder nur beiläufig erwähnt haben, und die zwar weder für die gewöhnliche Psychologie noch für die Lehre von den Seelenkrankheiten von directer Wichtigkeit sind, deren völliges Uebergehen aber leicht zu der Meinung veranlassen könnte, als ließen sie sich aus den dargestellten Gesetzen von selbst erklären, oder als ignorirten wir sie, um uns nicht in unauflösliche Schwierigkeiten zu verwickeln. Solche Dinge sind: das Versehen, der Schlaf, der Traum, das Schlafwandeln, der thierische Magnetismus, das Doppeltsehen, das zweite Gesicht, die Ahnungen, die Geistererscheinungen, die sympathetischen Curen. Man müht sich vergebens ab, wenn man diese Erscheinungen nach denjenigen Gesetzen der Psychologie, von denen wir uns einer deutlichen Erkenntniß rühmen, erklären will; einzelne Symptome jener Zustände lassen sich zwar auf diesem Wege deuten, keineswegs aber ihre Entstehung und ihr Wesen. Unsere gewöhnliche Psychologie (und wir rechnen dahin auch das, was wir in den vorhergegangenen Abschnitten beigebracht haben) ist nur ein Inbegriff von Gesetzen, wie sie aus den gewöhnlichen psychischen Erscheinungen abstrahirt werden, aus solchen, die uns tagtäglich zur eigenen Beobachtung und

---

[1]) Wir haben bei dieser Darlegung der Gemüthsbewegungen zwei Vorgänge unberücksichtigt gelassen, welche sehr häufig vorkommen, nämlich die Schamröthe und das Weinen. Es geschah dies, weil unsere Untersuchungen darüber noch nicht abgeschlossen sind, und wir lieber gar nichts, als unbewiesene Vermuthungen, über sie vorbringen wollten. Wir werden aber wohl bald unsere Forschungen darüber an einem andern Orte mittheilen können. Anm. d. Verf.

selbstbewußten Reflexion kommen; wir würden aber höchlich irren, wenn wir diese aus einem gewissen Kreise von Thatsachen gezogenen Gesetze auf andere Thatsachen anwenden wollten, die in diesen Kreis gar nicht gehören. Aus diesem falschen Verfahren sind die größten Streitigkeiten entstanden, die nur ihr Ende erreichen können, wenn man sich auf den rechten Standpunkt stellt. Wie gesagt, unsere Psycho-Physiologie zieht ihre Gesetze fast nur aus den Thatsachen des gewöhnlichen Lebens, und die Psychologie kann es auch größtentheils nur aus den gewöhnlichen Vorgängen des Seelenlebens, soweit wir uns derselben hell bewußt werden; die Summe aller dieser Erscheinungen können wir füglich das Tagleben der Seele nennen. Die für dasselbe gefundenen Gesetze haben ihre volle Richtigkeit, aber man vergesse nur nicht, daß daneben noch eine Reihe von anderen Vorgängen herläuft, die einer ganz andern Region, nämlich dem Nachtleben der Seele, angehört. Dieses Nachtleben erfordert ein eigenes Studium und eine eigene Darstellung, mit welcher wir uns hier schon des Raumes wegen nicht befassen könnten, die aber auch für unsern Hauptzweck, welcher die psycho-physiologische Erkenntniß der Seelenkrankheiten ist, nicht nöthig ist. Denn die psychischen Krankheiten gehören nicht dem Nachtleben, sondern dem Tagleben an. Die gewöhnlichen psychologischen Gesetze werden auch in ihnen befolgt, sowie bei körperlichen Krankheiten auch die physiologischen Vorgänge im Wesentlichen dieselben bleiben, und nur durch die Krankheitsursache eine außergewöhnliche Richtung erhalten. Auch kann man die oben aufgezählten Zustände weder für Seelenkrankheiten erklären, noch ist innerhalb ihres Kreises jemals eine eigentliche Seelenkrankheit constatirt worden. Man muß daher diese Dinge wohl aus einander halten. Und nur aus diesem Grunde, um alle Verwirrung und Mißdeutung zu verhüten, unternehmen wir es, in kurzen Zügen anzudeuten, wie wir jene Zustände zu betrachten, und in welches Verhältniß zu dem gewöhnlichen Tagleben wir sie zu setzen haben.

Daß es mit der Thatsache des Versehens seine Richtigkeit habe, ist wohl jetzt durch so viele Beispiele erhärtet, daß man dasselbe nicht mehr leugnen kann, man müßte denn den Zufall eine Rolle spielen lassen, die ihm in jeder andern Wissenschaft verweigert wird. Es sind aber bisher alle Versuche mißlungen, diese Fälle auf dem gewöhnlichen Wege der Einwirkung der Phantasie auf die Nerven zu erklären. Ein Schrecken der Mutter kann vermittelst der Nerven höchstens die Gebärmutter afficiren, Krankheiten des Fötus, Frühgeburt u. s. w. bewirken. Sollte aber auf diesem Wege eine eigentliche Verbildung des Fötus erfolgen, so wäre erst nachzuweisen, ob denn die Nerven, die zum Fötus gehen, wirklich die Fähigkeit haben, ebenso wie das Gehirn auf Anregung von Vorstellungen Bilder zu produciren, und dann, wenn dieses bewiesen wäre, ob ein so afficirter Nerv auf die materielle Substanz einen solchen Einfluß hätte, daß seine ideellen Bilder in dieser körperlich, leibhaftig ausgeführt würden. Ich glaube so wenig, als wir im Stande sind, durch eine Phantasievorstellung z. B. an unserem Augenlide ein Gerstenkorn entstehen zu lassen. Es bleibt daher nichts übrig, als eine unmittelbare Einwirkung der Seele der Mutter auf das Leben des Fötus anzunehmen, freilich nicht auf dem gewöhnlichen Wege des Vorstellens, Fühlens und Wollens, sondern auf eine andere noch ungekannte Weise, mag man nun an Magie, Sympathie oder magnetischen Rapport denken. Im Fötus ist in den ersten Monaten Seele und Leib noch völlig eins, das ganze Leben steht noch auf der niedigsten Stufe, und ist rein mit der Plastik beschäftigt, daher sich jede Einwirkung auf dasselbe auch in dieser aussprechen muß. Dieser Einfluß der Mutter auf das Kind findet in jeder und in der ganzen Schwangerschaft Statt, und das psychische Verhalten

der Mutter ist für die körperlichen und physischen Anlagen des Kindes überhaupt so deutlich bestimmend, daß das, was man Versehen nennt, nicht eigentlich etwas ganz Besonderes, Außerordentliches, sondern nur eine krankhafte Modification jenes Einflusses ist. Zum Nachtleben der Seele muß man aber diese Erscheinungen aus zwei Gründen rechnen. Erstens ist die Seele der Mutter im Moment des Versehens nicht mehr im mannichfaltigen Spiel der verschiedenen Erkenntniß-, Gefühls- und Strebungskräfte thätig, in welche sie sich sonst entfaltete, sondern auf ein einziges Gedankenbild concentrirt, ein Zustand, mit welchem der Schlaf viele Aehnlichkeit hat. Zweitens, und dies ist die Hauptsache, ist der Zustand des Fötus eine Art Schlaf. Das Leben desselben hat sich noch nicht in die späteren verschiedenen Thätigkeitsformen auseindergefaltet, die Seele ist mit dem Leibesleben noch Eins. Nehmen wir nun an, daß die Thiere, z. B. Bienen, Biber, bei ihren kunstreichen Arbeiten einer traumartigen angeborenen Idee folgen, welche ihnen ihr Handeln vorzeichnet, so kann man wohl auch sagen, daß die noch in das Dunkel des Leibes und in die Plastik versenkte und verschmolzene Seele des Fötus einer, freilich immer nur problematischen, Art Traumidee bei dem Bilden des Leibes folge; das Leben befolgt einen unbewußten ihm eingeprägten Typus. Bei dem Rapport aber, der zwischen der Mutter und dem Fötus stattfindet, wird der gesammte Seelenzustand der Mutter und die diesem entsprechende leibliche Stimmung immer irgendwie determinirend auf den Fötus wirken, und dessen traumartige Bildungsideen, die Typen seiner Bildungsrichtungen, dirigiren, aber für gewöhnlich wahrscheinlich nur überhaupt den Grund zu der Constitution und zu den Keimen des Temperamentes und der Anlagen legen. Unter gewissen Umständen mag sodann auf diese Art eine heftige, ungewohnte Seelenerregung, namentlich, wenn dabei die Seele in ihrer schaffenden Richtung bethätigt und veranlaßt wird, sich Dieses oder Jenes in der Phantasie lebhaft auszumalen, sich in der Art in das Leben des Fötus reflectiren, daß daraus die ersten Anfänge zu einer ganz besondern Bildung der Haut, der Finger u. dgl. entstehen, die sich dann von selbst entwickeln; denn daß die aus Versehen herzuleitenden Verbindungen nicht bloße Bildungshemmungen sind, ist durch viele Beispiele dargethan. Es fällt uns nicht ein, durch diese Erörterung die Frage für aufgelöst zu halten; wir wollten nur andeuten, daß es noch einen andern Weg zur Erklärung solcher Vorgänge giebt, als den durch Gehirn und Nerven, oder Herz und Blut der Mutter zum Uterus, welcher unseres Erachtens niemals zu einem Resultate führen wird, so sehr unsere Zeit sich auch schmeicheln mag, zur Erkenntniß von Etwas, wovon sie noch wenig weiß, durch etwas Anderes zu kommen, wovon sie schon Manches weiß.

Diese Betrachtungen führen uns nun weiter zum Schlaf und zum Traum. Da beide Zustände im Handwörterbuche einen eigenen Artikel erhalten werden, so berühren wir sie nur kurz des Zusammenhanges wegen. Ob die Seele im Schlafe überhaupt weniger thätig sei, können wir nicht wissen, weil wir im traumlosen Schlafe unserer Seelenthätigkeit uns nicht bewußt sind. Wir können also höchstens sagen, daß sich im gewöhnlichen tiefen Schlafe die Seele wenig bemerklich macht. Denn daß sie nicht ganz ruht, beweis't das Aufwachen zur festgesetzten Stunde, das Aufwachen beim Stehen der Mühle oder beim Anläuten am Hause, das Athemholen u. dgl. mehr. Die Seele zieht sich, so zu sagen, zusammen, kriecht ein auf eine einzige Vorstellung, ein einziges Gefühl, einen einzigen Bewegungsdrang, und wird sich dessen nicht mehr bewußt, weil, wie wir wissen, zum Bewußtsein eine Mannichfaltigkeit der einzelnen Zustände gehört. Offenbar geht

aber dieser Vorgang nicht von der Seele selbst aus, sondern sie wird dazu durch den Zustand des Gehirns genöthigt. Was nun aber dies für ein Zustand sei, das ist zur Zeit noch eine höchst dunkle Sache, und nur so viel gewiß, daß der Schlaf nicht eine bloße Negation des Gehirnlebens ist, und sich daher nicht unter die gangbaren Begriffe von Ermüdung, Erschlaffung, Schwächung bringen läßt. Er ist positiv eine andere Lebensform des Gehirns. Aber leider können wir über unsern Seelenzustand im Schlafe sehr wenig oder eigentlich gar keine Selbstbeobachtungen machen, und das Meiste, was wir aus eigener Erfahrung darüber wissen können, bezieht sich auf das Einschlafen, Aufwachen, und auf den Traum, da wir nur von diesen Zuständen, aber nicht vom tiefen Schlafe eine Erinnerung haben. Vielleicht sind folgende wenige Andeutungen nicht ohne Werth. Die Pole der Nerventhätigkeit sind im Schlafe wie umgekehrt. Während nämlich im Wachen die centripetale Nerventhätigkeit in den Sinnen (äußere Empfindung) und die centrifugale in den Muskelnerven vorherrscht (Bewegung), die centripetale der Muskelnerven (Bewegungseindruck, Bewegungsvorstellung) dagegen wenig beachtet wird, ist es im Traume umgekehrt. Die centripetale Sinnenthätigkeit ist im Schlafe erloschen, im Traume ist sie halbthätig, und giebt nur einzelne, aber dunkle, verschwommene Empfindungen, die das gewöhnliche Substrat der Träume bilden, die Träume selbst aber beweisen ein verhältnißmäßiges Uebergewicht der reproductiven Thätigkeit des Gehirns über die aufnehmende; die motorische Nerventhätigkeit ist fast ganz erlahmt, aber die leisesten Veränderungen in den Muskelzuständen werden oft von der Seele als Bewegungseindrücke wahrgenommen, und erzeugen viele sonderbare Träume von Angst, Fliegen, Fallen, Laufen u. dgl. So bestimmt denn der Zustand des Gehirns und Nervensystems im Schlafe und Traume auch den der Seele. Alles was ihr in Folge dieser Umwandlung des Gehirnlebens aus dem gewöhnlichen Tagesleben für unsere Beobachtung noch übrig bleibt, ist ein einförmiges und eben deßhalb unbewußtes Wirken auf niedriger Stufe. Ob sie dabei vielleicht nach anderen Seiten hin freier werde und, mit Aufhebung der Schranken von Zeit und Raum, in höheren Regionen schwebe, sind Fragen, welche zwar aufgeworfen, aber nach dem Stande unseres Wissens, wenigstens jetzt noch, weder mit Grund bejaht, noch mit apodiktischer Gewißheit verneint werden können.

Der Mensch erwacht aus dem Schlafe durch Alles, was den besprochenen Gehirnzustand aufhebt, also erstens schon durch den naturgemäßen Ablauf dieses Zustandes selbst, sodann durch heftige Einwirkungen auf die Sinne, sehr unangenehme Gefühle, starke Anstrengung zu Bewegungen (aus Angst im Traume). Das gewöhnliche Reden im Schlafe steht dem Aufwachen schon sehr nahe, und der Traum ist ein Mittelzustand zwischen Schlaf und Wachen, in welchem die Seele mehr nur vegetirt, sofern das Wort: vegetiren hier angewendet werden kann, indem es ein Leben ohne Einfluß der Willkür bezeichnet. Schon aus diesem Allem läßt sich abnehmen, daß das Nachtwandeln, oder besser Schlafwandeln, von dem gewöhnlichen Schlafe und Traume nicht bloß quantitativ, etwa als tieferer Schlaf, verschieden sei. Denn wenn der Nachtwandler sein Zimmer verläßt, in den Stall geht, sein Pferd sattelt, so kann dies unmöglich als bloßer Traum erklärt werden, weil der Nachtwandler, um jene Geschäfte verrichten zu können, wissen muß, daß die Umgebungen, die er sich denkt, wirklich um ihn sind. Außerdem könnte es ihm ja ebenso gut träumen, er befände sich in einem Walde oder im Keller, während er sich auf dem Dache befindet. Deßglei-

chen könnte er nie wissen, daß etwas in seiner Umgebung vorgeht, was seine Einbildungskraft ihm nicht sagen kann, z. B. wenn man Eisen in seine Nähe bringt, oder ihm etwas in den Weg legt, was er wegräumen muß. Durch seine gewöhnlichen fünf Sinne kann er dergleichen auch nicht wahrnehmen. Zwar hat man die Sache so zu erklären versucht, daß er die Gegenstände wirklich auf dem gewöhnlichen Wege wahrnehme, aber durch eine prädominirende Traumidee verhindert werde, sie in der Erinnerung in einen Zusammenhang mit den übrigen Zuständen seines empirischen Ich zu bringen. Allein wenn diese Erklärung nicht, wie es den Anschein hat, auf die bloße Schlaftrunkenheit, sondern auch auf den eigentlichen Somnambulismus gehen soll, so setzt sie etwas Irriges voraus. Denn der Schlafwandler wird die Dinge bei ganz geschlossenen Sinnen, nicht bloß mit offenen, sondern auch mit festgeschlossenen, ja selbst verbundenen Augen gewahr, wie sie sind; er ist ferner für viele Dinge ganz unempfindlich. Der gewöhnliche Gefühlssinn z. B. kann nicht, wie man hin und wieder annimmt, gesteigert sein: denn es giebt Fälle, wo die Somnambulen in ein Kerzenlicht greifen, und sich die Finger verbrennen, ohne Schmerzen zu empfinden. Es muß also hier eine sinnliche Empfindlichkeit von ganz besonderer Art angenommen werden, die wir uns vor der Hand nicht anders vorstellen können, als unter der Form eines sehr lebhaften Gemeingefühles. Noch immer scheint uns von allen Hypothesen, die über diesen Gegenstand möglich sind, die wahrscheinlichste jene, daß bei allen unseren Empfindungen die Gegenstände außer der specifischen Sinnesempfindung auch unser Gemeingefühl immer irgendwie afficiren, und daß die Seele diese Gemeingefühle mit den entsprechenden Sinnesempfindungen nach und nach so associirt, daß, wenn im Somnambulismus bloß noch das Gemeingefühl von der Außenwelt angeregt wird, auch dieselben inneren Empfindungsbilder wieder erregt werden, welche früher mit jenen gleichzeitig vorhanden waren. Dazu braucht man nicht gerade nach besonderen Nerven und Hirnorganen zu suchen, wie man dies früher mit dem Gangliensysteme gethan hat, indem man die Herzgrube und das unter ihr liegende Sonnengeflecht als den Sitz des somnambulistischen Wahrnehmens ansah, eine Ansicht, welche durch die neueren Erfahrungen, denen zu Folge dieses durch jeden andern Theil, z. B. die Stirne, vollzogen werden kann, hinreichend widerlegt ist. Es läßt sich sehr wohl denken, daß die Gegenstände der Außenwelt außerdem, daß sie die besonderen Sinne rühren, noch gewisse unmittelbare Eindrücke auf den Totalorganismus und hiemit zugleich auf alle Centralorgane machen, und dadurch Stimmungen veranlassen können, die, durch das gewöhnliche Tagesleben verwischt und zurückgedrängt, erst in den geheimnißvollen Zuständen des Somnambulismus deutlich hervortreten. Aber wir wollen uns nicht in Speculationen verlieren, sondern glaubten nur Fingerzeige für den Weg geben zu müssen, den nach unserer Ansicht die Erforschung dieser Zustände einzuschlagen hat. Das Fernsehen, das Vorhersehen der Magnetisirten endlich und ihre manchmal so höchst gesteigerte Ausdrucksweise können wohl kaum auf physischem Wege erklärt, sondern es muß anerkannt werden, daß die Seele noch ganz andere Fähigkeiten habe, als die wir im Alltagsleben an ihr bemerken, und die nur in gewissen Zuständen sich bemerklich machen, so wie wir die Sterne und den Mond erst hell leuchten sehen, wann die Sonne hinunter ist. Es eröffnet sich hier das dunkle Gebiet der Pneumatologie, in das wir, auch wenn es der Wissenschaft möglich wäre, doch hier nicht weiter eingehen wollen.

Wir berühren daher einige weitere Erscheinungen, als das Doppeltsehen,

das zweite Gesicht, die Ahnungen, die Geistererscheinungen auch nur insofern, als wir unsere durch die Gewalt der Thatsachen uns aufgedrängte Ueberzeugung von der Realität dieser Phänomene hier offen auszusprechen uns veranlaßt fühlen. Es gehört in unseren Zeiten ein gewisser Muth dazu, dies zu thun, weil Jeder, der sich zu dieser Ansicht bekennt, fürchten muß, man möge dieselbe entweder seiner Phantasterei, oder seinem Mysticismus, oder seiner Unwissenschaftlichkeit und bornirten Leichtgläubigkeit zuschreiben. Wir trösten uns aber mit Kant, bei dem es sicherlich nicht Mangel an Wissenschaft oder Respect vor Ammenmährchen war, wenn er die Möglichkeit dieser Dinge zugestand; auch hoffen wir, in den bisherigen Abschnitten gezeigt zu haben, daß unkritisches Annehmen oder mystische Speculation nicht entfernt unsere Sache ist. Auch wir gehörten früher zu den hartnäckigsten Gegnern eines zuweilen sich vernehmen lassenden Verkehres einer andern Welt mit der unserigen, und sind jetzt noch der Ueberzeugung, daß eine große Anzahl von Visionen, ja der überwiegend größte Theil derselben in krankhaften Zuständen der Sinnesnerven und des Gehirns ihren Grund hat (s. unsere Schrift: Die Sinnestäuschungen, in Bezug auf Heilkunde, Psychologie und Rechtspflege. Leipzig, 1837.), und daß man immer erst nach einer strengen, die Möglichkeit subjectiver Entstehung völlig ausschließenden Kritik, eine objective Einwirkung annehmen dürfe. Wer sich aber mit den zahlreichen glaubwürdigen Berichten über solche Fälle bekannt macht, und sich nicht absichtlich gegen die evidentesten Beweise verhärtet, der wird sich zuletzt, wie wir, für besiegt erklären und gestehen müssen, daß viele Fälle jeder physikalischen oder pathologischen Erklärung und jedes Versuches, sie auf die Phantasie oder die Vorurtheile der Beobachter, oder gar auf Betrug zu deuten, spotten. Vornehmes Absprechen und mitleidiges Heruntersehen auf die Leute, die sich so abergläubisches Zeug aufbinden lassen, ist freilich der bequemste Weg, der Sache los zu werden; wir aber halten es dem Geiste ächter Wissenschaft schnurstracks zuwider, dergleichen Thatsachen a priori bloß deßhalb abzuleugnen, weil sich dieselben aus unseren gegenwärtigen physiologischen und physikalischen Kenntnissen nicht genügend erklären lassen. Man ist ja doch in der Wissenschaft alle Augenblicke gezwungen, zu gestehen, Dieses und Jenes sei noch höchst dunkel, dieser und jener Punkt bedürfe noch vielfältiger Forschung, und namentlich vom Gehirne bekennen Alle, daß sie noch blutwenig wüßten; wenn nun aber die Reihe an das Nachtgebiet der Natur kommt, so spreizt sich die »Wissenschaft«, und wirft sich in die Brust, und behauptet, sie wisse schon so unendlich viel, sie sei schon so vollständig in die Natur aller Dinge eingedrungen, daß sie mit unzweifelhafter Gewißheit Jedermann versichern könne, an jenen Dingen sei nichts, gar nichts, es sei nach der, von ihr erkannten, Weltordnung ganz unmöglich, daß dergleichen existire! Wir sind weit entfernt, aus diesen unseren Ueberzeugungen irgend eine, sei es medicinische oder psychologische oder religiöse Theorie zu ziehen; im Gegentheil räumen wir dem, was sich daraus allenfalls, obwohl nur hypothetisch, folgern ließe, nicht den geringsten Einfluß weder auf unsere wissenschaftlichen Bestrebungen noch auf unsere sonstige Weltanschauung ein, deren Princip nie den Geist in die Fesseln von Vorurtheilen schlagen lassen wird; aber ebenso entschieden glauben wir gegen jenen Terrorismus auftreten zu dürfen, welcher eine Reihe von Erscheinungen ohne Weiteres aus der Gemeinschaft der Erfahrungen excommuniciren will, weil sie der zufälligen Richtung der Wissenschaft und einer dadurch gesetzten einseitig befangenen Anschauungsweise unbequem in die Quere kommt. Das mögen

Diejenigen bedenken, welche gegen dieses Gebiet immer nur anführen, daß dergleichen ja in der Erfahrung gar keine Analogie habe, und dann doch die Erfahrungen, welche dafür sprechen, mit ihren theoretischen Gründen niederschlagen wollen. Unsere Absicht bei dieser ganzen Erörterung ist nur, darauf zu dringen, daß man sich endlich einmal bequeme, die Thatsachen nicht mehr abzuleugnen. Die Wissenschaft versinkt dadurch keineswegs in Aberglauben, der Teufel kommt nicht mehr zurück, und wir würden mit in den vordersten Reihen gegen seine Wiedereinführung fechten. Aber die Wissenschaft soll die Augen nicht vor diesen Phänomenen verschließen, sondern sie unbefangen betrachten, wie sie sich darstellen, soll aber dabei nicht wähnen, noch so wenig erforschte Dinge unter das Fachwerk der bisher gekannten Gesetze zwängen zu können, sondern damit anfangen, zu gestehen: Es giebt mehr Ding' im Himmel und auf Erden, als wir in unseren Schulsystemen träumen.

Entwicklung der Seele.

Wir bemerken, daß, wie die leiblichen Organe und Functionen, so auch die Seelenthätigkeiten sich im Verlaufe des Lebens bedeutend verändern, und nennen diese Veränderungen, welche in gewissen Perioden besonders deutlich hervortreten, Entwicklungen. So anziehend es nun wäre, die Entwicklung aller psychischen Fähigkeiten durch alle ihre Stadien zu verfolgen, so nöthigt uns doch Zweck und Raum dieser Abhandlung, uns nur auf einige Punkte zu beschränken, welche dieselbe in ihrer besondern Beziehung zu dem physischen Leben betreffen.

Indem wir mit den ersten Anfängen des individuellen Menschenlebens beginnen, stoßen uns gleich die wichtigsten Fragen auf. Es handelt sich darum, wie bei der Zeugung mit dem Stoffe der beiderlei Samen auch die Seele fortgepflanzt werde, wie sie im Fötus sich verhalte, wann und wie sie anfange zu wirken, und wie die verschiedenen Anlagen in ihr gebildet werden. Auf den ersten Anblick könnte jene Ansicht, welche alles psychische Wirken auf die Thätigkeit von Hirnorganen zurückführt, diese schwierigen Fragen leicht zu lösen scheinen, indem dann Alles auf die physische Entwicklung jener hinauskäme. Da aber, wie wir früher sahen, diese Ansicht in so vielen anderen Beziehungen als keineswegs begründet sich ausweis't, so müssen wir wohl einen andern, wenn auch schwierigern, Weg einschlagen. Wir müssen vor Allem den oft ausgesprochenen Grundsatz festhalten, daß die Seele nicht eine bloße Nebeneigenschaft des Hirnlebens, sondern etwas Selbstständiges sei. Wenn es sich auch erst spät bemerklich macht, nachdem das leibliche Leben des Fötus schon längst ziemlich entwickelt in die Erscheinung getreten ist, so führt dies keineswegs zu dem Vorwurfe, wir müßten unserem Grundsatze zufolge annehmen, daß die Seele erst zu einer gewissen Zeit hinzukäme, und gleichsam jedem Menschen von Neuem anerschaffen werde. Wir sehen ja auch im befruchteten Ei anfangs noch nichts von den vielfältigen sich später bildenden Organen, und doch ist in den Primitivstreifen schon die Anlage zu denselben enthalten. Wie sich nun die Organe des Leibes zu den ersten Bildungsanfängen verhalten, so verhält sich die Seele zum Leben überhaupt. Der Primitivstreifen ist nicht eine bloße Schicht Eiweiß, denn aus bloßem Eiweißstoff wird niemals ein Mensch; sondern es ist schon der ganze lebendige Mensch selbst, der uns nur äußerlich unter dieser bestimmten Form, Mischung, Substanz erscheint. Zuerst lebt derselbe bloß ein leibliches Leben, aber die Substanz als solche giebt uns nach dem, was wir physikalisch und

chemisch von ihr wissen, nicht den mindesten Grund, in ihr eine nothwendige Entwicklung von Organen aus ihr angedeutet zu finden. Es ist etwas an und in dem Stoffe, es sei was es wolle, das ihn zu einem lebendigen Stoffe, zu einem sich organisch entwickelnden Körper macht. Indem die Frucht wächst, ist das menschliche Leben nur ein stoffiges, aber mit der weitern Entwicklung bildet sich, wie früher das Nerven- und Gefäß- und Darmsystem aus einem Blatte sich entfaltet haben, aus dem Gesammtleben eine besondere Sphäre heraus, welche sich zum immateriellen Leben, zur Seele, gestaltet. Das befruchtete Ei faßt daher, wie das ganze Leben, so auch das Seelenleben schon in potentia in sich, und die Seele ist nur der sich bewußt werdende, immaterielle Mensch. Mit einer glücklichen Idee hat man auch gesagt: die Seele verhalte sich zum Körper wie der Embryo zum Ei. Das erste Auftreten des Embryo im Ei ist im Grunde nicht weniger wunderbar und unergründlich, als die Entwicklung der Seele aus dem leiblichen Leben, das ihr später den Stoff abgiebt, an dem sie ihre Thätigkeit übt, wie sich die Frucht aus der Eiflüssigkeit ernährt. Doch wir sehen, daß wir uns bei diesem dunkeln Punkt schon zu lange aufhalten; genug, wenn uns gelungen ist, darzuthun, daß die Zeugung durchaus kein stichhaltiger Grund gegen die Annahme einer Selbstständigkeit der psychischen Sphäre des Menschen sei.

Von den ersten Aeußerungen der Seele erhalten wir zum ersten Mal Kunde um das sechste Monat des Fötuslebens, wenn die Bewegungen des Kindes im Uterus der Mutter fühlbar werden. Ob diese ersten Bewegungen Reflexbewegungen sind, möchte bezweifelt werden dürfen, da sich nicht wohl einsehen läßt, wie das geborene Kind seine Glieder sollte bewegen lernen, wenn alles vorher bloße Reflexbewegung gewesen wäre. Auch unterscheiden sich die Reflexbewegungen von anderen Bewegungen durch etwas Zuckendes, die Mutter unterscheidet aber sehr wohl natürliche Bewegungen ihres Kindes von zuckenden, convulsivischen. Es ist also wahrscheinlich, daß die Bewegungen gleich von Anfang an unter Einfluß der Seele stehen, und daß somit die erste Aeußerung des Seelenlebens, von der wir sichere Kunde erhalten, der Bewegungsdrang ist. Erregt wird derselbe wahrscheinlich durch dunkle Empfindungen und Muskelzustände, welche die Bewegungstendenz in den Nerven erweckt, die sodann die Seele zum entsprechenden Wirken veranlaßt. Nach und nach mag so das Kind eine dunkle traumartige Erfahrung von Veränderungen auf Bewegungen erhalten, selbstständig eine unbequeme Lage verändern können u. s. w. In den ersten Tagen der Geburt sind die Sinnesthätigkeiten noch schwach, das Kind wird durch starkes Licht nicht geblendet, und das Gehirn scheint daher erst nach und nach für die Außenwelt sich aufzuschließen; doch ist Lichtempfindung schon da, das Kind sucht das Licht. Gesichtsvorstellungen werden aber entweder in den ersten Tagen noch gar nicht gebildet oder sie sind nur vage Raum- und Lichtvorstellungen; ein Unterscheiden der Gegenstände, also ein eigentliches Wahrnehmungsvorstellen bemerken wir erst zwischen der vierten und sechsten Woche, wenn das Kind Gegenstände mit den Augen zu verfolgen anfängt. Der Gehörsinn scheint noch später aufzuwachen, da wir erst im zweiten Monate Zeichen bemerken, daß das Kind Töne empfindet. Geruch und Geschmack sind schon im ersten Monat da, vermuthlich auch das Gefühl. Das Saugen an der Mutterbrust ist schon eine Art Tasten; das Kind hat im Munde die Tendenz, denselben rund zuzuspitzen, und die von der Mutter gereichte Brustwarze veranlaßt es durch Kitzel der Lippen, diese Tendenz zur Ausführung zu bringen und die Saugbewegung zu machen. Daß nicht

Durst oder Hunger die ersten Ursachen des Saugtriebes des Kindes sind, erhellt schon daraus, daß dasselbe auch an einem ihm in den Mund gesteckten Finger saugt. Die weiteren Seelenthätigkeiten in der Säuglingsperiode bestehen nun außer dem Empfinden in der Bereitung von Vorstellungen, die aber anfangs noch unbestimmt und unklar sind und deßhalb bald wieder vergessen werden, wenn sie nicht, wie z. B. die Vorstellung der Mutterbrust, sehr häufig wiederkehren, ferner in allerlei Gemeingefühlen und darauf sich gründenden Trieben und Bewegungsdrängen. Wir bemerken aber noch keine Verstandesäußerung, kein Begreifen, keine Freude und Furcht. Es scheint hienach, daß die Seele des Kindes zunächst als Sinnlichkeit thätig ist. Indeß würde man irren, wenn man glauben wollte, daß in ihr bloß nur diese sei. Der Keim zu den höheren Seelenthätigkeiten ist nicht nur schon vorhanden, sondern macht sich auch früher oder später schon bemerklich. Nur sind hier die Uebergänge sehr schwer zu unterscheiden, und man kann nicht genau sagen, wie lange das Kind sich nur verschiedener Vorstellungen bewußt ist, und wann es anfängt, die Gegenstände als solche unter sich zu vergleichen und zu unterscheiden (Analyse und Synthese des Urtheils, Begriff), wann es noch bloße Unbehaglichkeit, Unlust, und wann es zum ersten Mal Spuren von Aerger, Betrübniß zeigt, wann bloßer auf Association hin erregter Trieb und Drang, oder eigentliches Wollen gesetzter Zwecke stattfindet. So viel ist gewiß, daß zwischen der Zeit des ersten Gehenlernens und des Sprechenlernens die Hauptentwicklungsperiode des Verstandes, Gemüthes und Willens fällt. Das Sprechenlernen ist eine fortwährende Uebung des Urtheilens und Wollens, das Scherzen des Kindes deutet auf Spuren von Witz, es fängt an, Ab- und Zuneigung, Freude, Trauer, sympathetische Theilnahme zu äußern; aber der Begehrungstrieb, der sich früher darin äußerte, daß das Kind Alles, was es mit den Händen erfassen konnte, ergriff und zum Munde führte, wird nun auch leicht Eigensinn; das Kind nimmt aus Selbstgefälligkeit allerlei Gewohnheiten an, und jetzt beginnt mit Erfolg die Zucht. Von da an weiter erwacht nach und nach das Geistesleben, das sinnliche und verständige Bewußtsein erhebt sich zum Selbstbewußtsein (das erste »Ich« sagen), es entsteht Aufmerksamkeit auf die eigenen Gedanken, Forschen nach Gründen, die Phantasie wird thätig. Fühlte das Kind früher nur Befriedigung oder Mißgeschick, so bekommt es jetzt das Gefühl für Recht und Unrecht, indem es sich als schuldig, als nicht schuldig an dem Erlittenen denkt, womit denn das Gewissen erwacht. Das Gefühl für das Schöne wird in ihm rege, die Zu- und Abneigungen stützen sich mehr auf innere als äußere Eigenschaften, es wird nach überdachten Entschließungen und Plänen und nach Anhörung des Gewissens gehandelt. So geht die Entwicklung der höchsten Seelensphäre vor sich, während gleichzeitig auch die übrigen sich fortwährend ausbilden, und durch jene nur um so mehr Anstoß erhalten. Es würde uns zu weit führen, wenn wir die psychischen Veränderungen während der Pubertäts- und Jünglingsjahre noch ausführlicher schildern wollten. Den Zeitpunkt, wo sämmtliche Seelenkräfte den für das Individuum bestimmten Grad der gegenseitigen Ausbildung erreicht haben (wobei jede einzelne auch ferner noch durch Uebung gekräftigt werden kann, und die Selbstbestimmung innerhalb der gegebenen Sphäre keinen Abbruch erleidet, sowie auch ausgedehntere Erfahrung und Selbstkenntniß dadurch nicht ausgeschlossen ist), kann man an das Ende der Jünglingsjahre setzen, eine Zeitbestimmung, die natürlich sehr von der Individualität abhängt, und wobei es auf einige Jahre nicht ankommt. Das weibliche Geschlecht erreicht diesen Zeitpunkt im Durchschnitt um zehn Jahre früher.

Aus dieser kurzen Darstellung erhellt, daß sich die Seelenthätigkeiten aus einander heraus entwickeln, Vernunft, Verstand, Phantasie aus dem Vorstellungsvermögen, die höheren Gefühle aus den sinnlichen, der Wille aus dem Trieb. Da nun die Seele zwar, um sich äußern zu können, in steter Wechselwirkung mit dem physischen Organismus steht, aber doch schon als sinnliche eine selbstständige Sphäre bildet, so folgt auch hieraus, daß die Entwicklung jener höheren Kräfte nicht durch die Entwicklung besonderer Hirnorgane bedingt sein muß; auch hat die Erfahrung noch kein mit ihnen correspondirendes Wachsthum bestimmter Hirntheile nachgewiesen. Das Seelenleben ist vielmehr einem Baume zu vergleichen, der nur mit seinen untersten Theilen, der Sinnlichkeit, im Nervensystem wurzelt, und nur dadurch von diesem abhängig ist, während die höheren Seelenthätigkeiten, als Blätter und Blüthen, nicht mehr in unmittelbarer Berührung damit stehen. Aber wir wollen diesen Vergleich nur als Erklärungsmittel angesehen wissen, welches die ursprüngliche Einheit des Seelen- und Leibeslebens in keiner Weise beeinträchtigen soll. — Das Gehirn hat ohne Zweifel einen bedeutenden Einfluß auf die Beschaffenheit der Seelenthätigkeiten schon von Geburt an, und die Untersuchung dieses Verhältnisses möge uns noch etwas beschäftigen.

Eines jener Grundverhältnisse des menschlichen Lebens, welche am deutlichsten als ihm angeboren erscheinen, ist das Temperament. Uns ist das Temperament das Verhältniß der gegenseitigen Erregbarkeit, in welchem die Grundkräfte der Seele, das Erkennen, Fühlen und Wollen zu einander stehen. Erregt nämlich ein Gedanke sehr leicht ein Gefühl, und dieses ebenso leicht ein Streben, so ist dies das sanguinische, erregt er aber beide schwer, das phlegmatische Temperament; erregt der Gedanke das Gefühl leicht, dieses aber nur schwer ein Streben, so haben wir das melancholische, erregt er das Gefühl schwer, das erregte Gefühl aber leicht ein Streben, so haben wir das cholerische Temperament. Für den Ausdruck melancholisch wäre hier allerdings ein anderer zu wünschen, aber die Bezeichnungen sind einmal so allgemein eingeführt, daß man nicht wohl thut, ohne Noth davon abzugehen. Um Mißverständnisse zu verhüten, namentlich damit sich mit dem Worte: melancholisches Temperament nicht der Nebenbegriff des Traurigen verbinde, der an und für sich gar nicht darin liegt, genüge es, hier zu bemerken, daß dieses Temperament ursprünglich nichts Anderes bedeute, als das Versenken in die eigenen Gefühle, es seien diese nun angenehme oder unangenehme, das Hingeben an sie, ohne in Strebung, Mittheilung, Abwehr nach außen überzugehen. Der Melancholiker kann innerlich sehr vergnügt sein, ja sein Schmerz ist sehr häufig eine süße Wehmuth, er schwelgt in ihm. — Was nun das Verhältniß des Temperamentes zum physischen Leben anbetrifft, so hat man wohl auch die Ansicht aufgestellt, dasselbe sei ein Verhältniß der Empfänglichkeit und Reizbarkeit des Organismus überhaupt, und nicht bloß dem Psychischen eigenthümlich. Hier ist denn zwar allerdings zuzugestehen, daß dasselbe auf der Grundbeschaffenheit des gesammten Lebens beruht und aus ihr hervorgeht; aber damit ist noch nichts gewonnen, wir wollen diese Grundbeschaffenheit auch in ihrer verschiedenen Darstellungsweise in den verschiedenen Sphären des Menschenlebens kennen lernen. Wer sich damit begnügt zu sagen, das Temperament beruhe auf der verschiedenen Structur und Reizbarkeit der Fasern, der Mischung der Säfte, der wird sich stets vergeblich bemühen, uns begreiflich zu machen, worin der Unterschied liegt, wenn er einem und demselben Menschen ein bestimmtes Temperament und zugleich auch eine bestimmte Constitution zuschreibt. Diese Verwirrung und Ver-

mischung der Begriffe rührt lediglich von einer irrigen Auffassung der Einheit des Menschen her. Wir sind allerdings auch vollkommen der Ueberzeugung, daß die Seelenvermögen ihre Analoga in physischen Functionen haben, aber auch nur ihre Analoga. Es kann daraus zwar geschlossen werden, daß in den Entwicklungsperioden des Menschen immer das Analoge zugleich sich ausbildet, z. B. Geschlechtsverrichtung und Phantasie, oder Sprache, und daß überhaupt Anlage, Temperament, Gemüthsart u. s. f. als gewisse Grundeinrichtungen, Grundbeschaffenheiten der Seele von einem ähnlichen Typus in den somatischen Verhältnissen begleitet sind. Daraus folgt aber nicht, daß eines auf das andere bedingend einwirken müsse; z. B. dem Lymph- und Venensystem als centripetaler Seite des Assimilationsapparates entspricht im Nervensystem gewiß die empfindende Seite, daraus folgt aber nicht, daß jede Affection der sensibeln Nerven, jeder Gedanke, jede Empfindung eine besondere Wirkung auf das Lymph- und Venensystem haben müsse, und umgewendet, was der Erfahrung ganz widerspräche. Ebenso wenig wirkt das Sprechen unmittelbar auf den Geschlechtstrieb und umgewendet, und die Entwicklung der Geschlechtsorgane ist nicht die Ursache, daß sich die Stimme verändert, sondern die gleichzeitige Entwicklung beider hat einen tieferen gemeinschaftlichen Grund, auf dem eben ihre Analogie beruht. Ebenso wird das Temperament nicht durch die Beschaffenheit der Nerven und des Blutes erst bedingt, sondern die ursprüngliche allgemeine Lebensbeschaffenheit gestaltet sich nach zwei Seiten, im Physischen als Constitution, im Psychischen als Temperament. Soviel möge hier über diesen Punkt genügen.

Die Anlagen des Menschen können aus zweierlei Gesichtspunkten betrachtet werden. Wir haben nämlich in jedem einzelnen Falle zu unterscheiden, ob sich die Seelenkräfte überhaupt in einem größern oder geringern Maße vorfinden, und zweitens, wie sich dann dieselben wieder unter sich verhalten, und ob eine oder mehre Richtungen derselben vor den übrigen ausgebildet sind. Das erstere Verhältniß könnte man die Quantität, das zweite die Qualität der psychischen Anlagen nennen.

Die quantitative Seelenentwicklung erkennt man erst in jenen Zeitpunkten deutlicher, in welchen sich die höheren Seelenthätigkeiten zu äußern anfangen, also um die Zeit des Gehen- und Sprechenlernens, und zum Theil noch später. Dies hindert aber nicht, anzunehmen, daß der Grund davon schon von der Geburt an im Individuum gelegen habe. Wir können das Zurückbleiben auf den niederen Stufen der Seelenentwicklung füglich, analog mit dem Aehnlichen im Leiblichen, als Bildungshemmung bezeichnen. Sowie im Physischen der organische Bildungstrieb den Einen mit geringer, den Andern mit bedeutender Größe oder Stärke des ganzen Körpers und Manchen mit einer Unvollständigkeit einzelner Partien bedenkt, so giebt das schaffende Lebensprincip dem Einen größere, dem Andern geringere Stärke der psychischen Fähigkeiten. Den eigentlichen Grund hievon sind wir in beiden Fällen nicht im Stande einzusehen. Es ist allerdings richtig, daß in den meisten Fällen der Stumpfsinn oder die Dummheit sich durch die Beschaffenheit des Schädels, namentlich seines Stirntheiles, und die Apathie und Trägheit häufig durch die des Hinterhauptes verräth, und daß dabei auch das Gehirn an Masse sich gering verhalte. Wir haben aber auch genug Beispiele von geringen Seelenkräften bei Leuten mit großen Köpfen, bei denen man die Größe des Kopfes nicht ohne Weiteres von der Dicke der Schädelknochen ableiten kann, und Menschen mit kleinen Schädeln, ja selbst mit niedrigen Stirnen, sind oft nichts weniger als geistlos. Ueberhaupt sind die bis jetzt gemachten Beobachtungen über das Verhältniß

der Schädelgröße zu der Stärke der psychischen Fähigkeiten sich noch sehr widersprechend, und durchaus nicht von der Art, daß man daraus mit Sicherheit Schlüsse ziehen könnte. Bei dem Cretinismus ist sehr oft nicht einmal Hirnarmuth, sondern sogar übermäßige Größe des Gehirns vorhanden, so daß man wenigstens genöthigt ist, nicht bloß die Größe, sondern auch die innere Kräftigkeit desselben in Betracht zu ziehen. — Endlich lassen sich, wenn man Alles auf die Beschaffenheit des Gehirns schiebt, Dummheit und Blödsinn nicht wohl unterscheiden. Die schon von vielen Schriftstellern scharfsinnig dargestellten Unterschiede lassen sich aber darauf zurückführen, daß bei der Dummheit bloß die Verstandessphäre wenig ausgebildet ist, daher der Dumme seine Begriffe immer nur aus kleinen Kreisen bildet und sich mit dem nächsten besten Gedanken wohlgefällig befriedigt, weil er Größeres und Zusammengesetzteres nicht zu fassen und zu ahnen, und den Verstand nicht anzustrengen vermag; beim Blödsinnigen hingegen ist nicht nur der Verstand, sondern auch die Sinnlichkeit und namentlich das Vorstellungsvermögen schwach; er faßt Aeußeres schon schwer gegenständlich auf, und die Vorstellungen associiren sich schlecht, es fällt ihm schwer etwas Anderes ein, als das eben Gegenwärtige. Der Dumme kann eine gute Sinnlichkeit haben, dann ist er albern, dumm schwatzhaft, geckenhaft. — Nach dem Gesagten ist also die angeborene allgemeine Seelenschwäche nicht etwa das Product eines unvollkommen gebildeten Gehirns, sondern besteht in einer zu geringen Entwicklung der Seele selbst. Die Beschaffenheit des Gehirns giebt nur ein häufiges Merkmal ab, daß das schaffende Leben auf einer niedern Stufe der Bildungsthätigkeit stehen geblieben, daß das Leben, welches sich zur Seele hätte entwickeln sollen, in der Entfaltung erschöpft, schon früher stille gestanden ist. Diese Ruhe im Bilden kann schon eingetreten sein, ehe das Gehirn völlig ausgebildet war, wodurch die Hirnarmuth entsteht, oder auch erst später, wenn das Gehirn schon vollkommen ausgebildet war, in welchem Falle die, wenn auch geringen, psychischen Kräfte, doch mehr Spielraum haben, als im ersten Falle.

Das Rudiment von Seele, welches sich bei den geborenen Idioten findet, besteht aber selten in gleichmäßigem Darniederliegen aller Fähigkeiten. Meistens sticht doch ein Zug unter den übrigen hervor, und sie verrathen Schlauheit in einzelnen Handlungen, Liebe für Musik, für Farben, große Anhänglichkeit oder Eigensinn u. s. f. Die Seele ergeht sich hier gleichsam mit Lust auf dem einzigen Raume, auf welchem ihr noch das angenehme Gefühl erregter Thätigkeit möglich ist. Eine Analogie dieses Verhältnisses geben uns die Thiere. Diese zeigen das ihnen zukommende Theil von Verstand und Geschicklichkeit schon bei weitem früher als unsere Kinder. Der Grund hievon ist aber nicht etwa der, daß sie sich hierin vor den Menschen überhaupt auszeichnen, sondern der engere Kreis, innerhalb dessen sich in ihrem ganzen Leben zu bewegen ihnen schon im Voraus bestimmt ist. Der Mensch muß im spätern Leben in bei weitem vielseitigerer Weise thätig sein, und braucht daher eine Menge von Anschauungen und wohlausgebildeten Fertigkeiten, behufs deren allseitiger vollständiger Aneignung sich die Seele gleichsam zersplittern muß und mehr Zeit braucht. Die dem Thiere zugemessene Seelenthätigkeit ist hingegen eine mehr oder weniger einseitige, und es braucht zu seiner beschränkten individuellen Vollkommenheit nicht so vielerlei Vermögen, es ist mehr concentrirt und hat weniger Zeit nöthig. So ist die niedere Seelenstufe des Thieres im Ganzen der Grund seiner baldigen Reife im Einzelnen.

Was nun die qualitative Beschaffenheit der Seelenkräfte betrifft, so bieten sich uns hier hauptsächlich dadurch Schwierigkeiten dar, daß man in den

meisten Fällen kaum im Stande ist, zu beurtheilen, was zu dem gegenwärtigen psychischen Zustande eines Menschen seine Anlagen, und was die äußeren Einwirkungen beigetragen haben. Wir halten uns in dieser Rücksicht an keines jener Extreme, welche alles psychische Besitzthum entweder bloß auf Rechnung der Anlagen oder der Erziehung und Verhältnisse schreiben, sondern lassen beiden ihr Recht widerfahren. Es hat von jeher als ausgemachte Erfahrung gegolten, daß der Staatsmann, der Feldherr, der Dichter, der Künstler u. s. f., nicht gemacht, sondern geboren wird. Man muß sich aber hüten, diesen Grundsatz zu weit auszudehnen und im kleinsten Detail geltend machen zu wollen. Denn daraus, daß ein Mensch in irgend einer Wissenschaft oder Kunst vorzüglich geworden ist, darf man nicht immer schließen, daß er sich in keiner andern ebenso ausgezeichnet haben würde. Die Anlagen und Fähigkeiten beziehen sich nämlich nur auf gewisse Grundrichtungen der Seelenthätigkeiten, auf das Vorherrschen der einzelnen und ihre gegenseitige Combination. Sie können sich aber im Leben an allerlei Stoffen üben und ausbilden, sofern nur diese nicht etwas für sie zu Heterogenes enthalten. So sind der Naturforscher und der Sprachforscher in ihrem Seelenorganismus durchaus nicht so verschieden, als Mancher denkt; mancher große Maler konnte unter anderen Verhältnissen ebenso leicht ein großer Mathematiker (Albrecht Dürer war beides), und der Kaufmann ein Feldherr werden. Es ist daher ein eitles Unternehmen, die Anlagen in der Weise zu vervielfältigen, daß man dem Einzelnen ganz bestimmte Fähigkeiten oder gar Hirnorgane für solche Beschäftigungen zuschreibt, welche in dieser ihrer Besonderheit sich nur in Folge des socialen Lebens und der Civilisation ausgebildet haben. Denn wenn man heut zu Tage sich nicht mehr, wie früher, in mehren, sondern nur in diesem und jenem Fache auszeichnen kann, so liegt der Grund darin, daß der Mensch dieselben Kräfte, die er früher auf Mehres verwendete, nun concentrirt, um in Einem mehr Einsicht und Uebung zu erlangen. Wäre das Verhältniß nicht so, so hätten sich seitdem nothwendig die Anlagen und Hirnorgane der Menschheit verändern müssen. Um diese unsere Aussprüche vollständig zu begründen, müßten wir die Fähigkeiten, die jeder menschliche Beruf erfordert, nach Zahl und Stärke im Einzelnen verfolgen, eine mühsame, aber ohne Zweifel wichtige und interessante Arbeit, die aber ein ganz eigenes Studium und reiche Erfahrung erfordert. Nur von einem einzigen Verhältniß der Anlagen zu einander wollen wir noch sprechen, nämlich von dem des Gedächtnisses zu den übrigen Erkenntnißkräften. Man hört häufig die Ansicht, ein gutes Gedächtniß vertrüge sich nicht mit einem guten Verstande. Aber die Beispiele der größten Gelehrten widerlegen diesen Satz. Gutes Gedächtniß ist wohl möglich ohne sonderlichen Verstand, aber es setzt an und für sich keineswegs einen Verstandesmangel. Solche mit scharfem Verstande können zwar manchmal scheinen, ein schlechtes Gedächtniß zu haben, aber sicherlich niemals von Haus aus, sondern wenn man die Sache genauer untersucht, findet man, daß sie entweder nur ein besseres Gedächtniß zu haben wünschen, als sie haben, oder daß ihre Gehirnstimmung gerade nicht die rechte ist, oder daß sie sich zu sehr mit einem einzigen Gegenstande denkend beschäftigen, worüber sie andere Dinge vergessen, oder daß ihre Gedächtnißübung überhaupt gegen die des Verstandes vernachlässigt worden ist. — Was nun das Verhältniß der Anlagen ihrer qualitativen Verschiedenheit nach zu den leiblichen Gebilden des Organismus betrifft, so glauben wir in unserer ganzen Abhandlung schon zur Genüge dargethan zu haben, daß von einer Vertheilung gewisser Anlagen oder psychischer Kräfte an einzelne Hirntheile nie die Rede sein kann, und daß nicht einmal das Erkenntniß-, Gefühls- und Willensvermögen

im Ganzen besondere Organe haben können. Dadurch wird noch keineswegs geleugnet, daß gewisse äußere Bildungen, selbst des Knochensystems, einen physiognomischen Werth haben, ja daß die verschiedenen Dimensionen im Baue des Gehirns in irgend einer Beziehung mit der physischen Beschaffenheit des Individuums stehen mögen. Aber wenn man diese Beziehungen studiren will, so muß man von ganz anderen Principien ausgehen, als dem gebräuchlichen, wonach ein gewisser Hirntheil der Sitz eines bestimmten Vermögens sei; es sind mir diese Versuche niemals anders vorgekommen, als wenn man behaupten wollte, im rechten Leberlappen würde das Bilin, in dem linken das Cholepyrrhin u. s. f. abgesondert, während doch an jedem Orte der Leber die ganze Galle abgeschieden wird. Unserer Ansicht nach kann die äußere räumliche Gestaltung von Organen nur insofern eine psychische Bedeutung haben, als dem Räumlichen im Organismus, den Dimensionen überhaupt, irgend etwas Analoges in den Eigenschaften der Seele entsprechen mag, was aber noch keineswegs so klar ist, daß man ein physiognomisches System darauf gründen könnte. Im Uebrigen verweisen wir bezüglich der Phrenologie auf Volkmann's Artikel: »Gehirn«.

Als Spiegel der Seele gelten aber noch weit mehr als der Schädel die übrigen Knochen, der ganze äußere Habitus und die Musculatur. Eine kleine niedrige Nase verräth wenig Energie, eine hohe dagegen Kühnheit und hohen Muth, ein breiter Nacken starke sinnliche Triebkraft u. dgl. mehr. Niemand wird hier behaupten wollen, daß der breite Nacken, die hohe Nase der Grund der psychischen Kraft sei, es ist nur die ursprüngliche Lebensidee des Individuums, welche sich im Psychischen so, und im Leiblichen so ausprägt. So spricht sich auch in struppigen Haaren und in hohen buschigen Augenbrauen viel psychische Energie, in weichen Haaren und niederen schwachen Augenbrauen eine weiche Natur aus. Alles dieses deutet auf eine Analogie in den verschiedenen Lebenssphären, aber gerade dieses letzte Beispiel beweis't auch, wovor wir schon uns früher verwahrten, daß aus dieser Analogie nicht eine besondere Wechselwirkung geschlossen werden dürfe; denn ein Abschneiden der Haare hat keine psychischen Wirkungen, und wenn sie nach Schrecken und Kummer zuweilen weiß werden oder ausfallen, so geschieht dies erst in Folge einer Reihe anderweitiger durch die Gemüthsbewegung verursachter leiblicher Störungen. Was wir daher oben Lebensidee nannten, ist nicht so zu verstehen, als sei diese nun die Seele selbst, und der Leib also der räumliche Ausdruck der Seele, sondern Seele und Leib sind alle beide ein Ausdruck der Idee. Wir glaubten dies ausdrücklich bemerken zu müssen, um nicht beschuldigt zu werden, wir seien nun doch genöthigt, einer Ansicht zu huldigen, die wir an mehren Stellen bekämpften.

Noch viel dunkler als das gegenseitige Verhältniß zwischen psychischen und physischen Anlagen sind die Ursachen derselben überhaupt. In manchen Fällen können wir allerdings nachweisen, daß dieselben ererbt sind, in anderen ist es gewiß, daß der Zustand des Vaters im Acte der Zeugung, z. B. Trunkenheit, einen schlimmen Einfluß auf die psychische Entwicklung und den Gehirnzustand des Kindes hatte. Nach neueren Erfahrungen über den Cretinismus ist es, wo die Entartung der Eltern nicht beide Theile, sondern nur den einen betrifft, von größerer Wichtigkeit, daß der Vater, als daß die Mutter frei von Cretinismus ist. »Cretinismus des Vaters, während die Mutter gut ist, bedingt häufigere und größere Entartung der Kinder, Cretinismus der Mutter, während der Vater tüchtig ist, macht weniger häufig und weniger ausgebildetere Entartung der Kinder.« Dagegen ist es aber auch wieder gewiß, daß psychische Stimmungen der Mutter während der Schwangerschaft, z. B. Neigung

zum Sparen, zur Schwermuth, zuweilen auf das Kind übergingen. In Stutereien soll man die Erfahrung gemacht haben, daß das Füllen in seiner körperlichen Bildung dem Hengste und in seiner Gemüthsart der Stute gleich zu werden pflegt. In vielen Fällen kann man aber durchaus keine Ursache finden, und es herrscht in diesem Punkte fast eine ähnliche Dunkelheit wie in der Frage nach den Ursachen, die das Gezeugte zu einem Knaben oder Mädchen bestimmen. Hier wie dort könnte möglicher Weise alles Forschen zuletzt an der Bemerkung scheitern, daß vielleicht gar keine zufälligen Ursachen zugelassen werden können, weil sich denken ließe, daß im Großen sich, wie das Verhältniß der Geschlechter, so auch der Begabungen immer gleich bliebe? Vielleicht giebt uns die Zukunft einmal eine Statistik der Anlagen!

Wie bei dem ersten Wachsthum im Mutterleibe, so gehen auch bei den späteren Veränderungen des Organismus die physische und psychische Ausbildung Hand in Hand, wobei man aber immer bedenken muß, daß es nicht die Massenhaftigkeit der körperlichen Gebilde ist, welche den Grad ihrer Ausbildung bestimmt, und daß sich die psychischen Kräfte stärker entwickeln können, als die physischen, und umgekehrt. Die größten Revolutionen gehen im Säuglingsalter vor sich. Das Abwerfen der Wollhaare, später das Verschwinden der Thymus u. s. f. sind Zeichen, daß neue Lebensepochen eingetreten sind, durch welche Organe, die für frühere Perioden nothwendig waren, entbehrlich geworden sind. Diesen temporären hinfälligen Organen, welche sich im Verlaufe des Lebens entwickeln, und, wenn sie ihren Zweck erfüllt haben, wieder verschwinden, entsprechen ähnliche Beschaffenheiten und Zustände im Psychischen. Dahin gehören namentlich gewisse Gewohnheiten, Phantasiegebilde und Gemüthsrichtungen des Kindesalters, die oft in's Sonderbare, ja sogar Regelwidrige fallen, die aber nur Organe sind, durch welche sich die gesammte Seelenthätigkeit entwickelt, und deren sie sich bedient, um nach und nach auf allen Seiten und Richtungen sich zu üben und auszubilden. Deßhalb verschwinden diese Gewohnheiten des Kindesalters auch wieder und machen anderen Platz, bis endlich die Seele, nachdem sie verschiedene Richtungen durchgelebt hat, zu einem relativen Gleichgewicht und Stetigkeit gelangt. In der Pubertät trifft die Geschlechtsentwicklung zusammen mit der schnelleren Entwicklung des Verstandes, des Gemüthes, der Phantasie und des Charakters. Der psychischen Zeugungskraft, die um diese Zeit anfängt, sich ihre Ideale zu schaffen, geht die physische parallel; wenn die Ausbildung des Gehirns der Masse und Größe nach seine höchste Stufe erreicht hat, scheint die bisher darauf verwendete organische Substanz und Kraft sich abwärts nach den Geschlechtsorganen zu wenden, während dadurch zugleich die genannten höheren Seelenkräfte freier und losgebundener sich aus den niederen herausbilden. Die innere mehr intensive Ausbildung des Gehirns geht aber wohl noch fort bis zum Ende des Jünglingsalters. Hier ist dann die physische Evolution geschlossen, und die körperliche Organisation bleibt durch das Mannesalter hindurch auf derselben Stufe stehen, während mehr und mehr die eigentlich geistigen Kräfte zur Wirksamkeit kommen oder kommen sollen. Das Greisenalter pflegt man als den Zeitraum der Involution zu bezeichnen. Wenn man aber darunter schlechthin ein Wiederzurücksinken auf eine niedere Stufe versteht, so hat man wenigstens betreffs der psychischen Seite des Menschen nicht unbedingt Recht. Wir haben Beispiele genug von Weisheit und Geisteskraft im hohen Alter, freilich nur bei vorhergegangenem tüchtigen Leben. Wo aber Vergeßlichkeit und Geistesschwäche eintritt, da lehrt eine tiefer gehende Betrachtung, daß nicht das Seelenleben im Ganzen abgenommen habe und allmälig zu nichts werde, sondern daß entweder

nur seine Aeußerungen durch Zustände des Gehirns, wie Atrophie oder Erweichung, beeinträchtigt werden, oder daß nur ein Zurückziehen von der Außenwelt, die keinen Reiz mehr gewährt, ein innerliches Leben und Beschränken auf sich selbst stattfindet. Wollte man in dem Kindischwerden mancher Greise ein Zurückbilden auf die Stufe der Kindheit sehen, so müßte sich auch der Leib in ähnlicher Weise zurückbilden und wieder ein Embryo werden. Wir dürfen also mit Fug und Recht bei der Ansicht stehen bleiben, daß im Tode das Psychische nicht zu Grunde gehe, sondern nur für unsere äußere Betrachtung sich nicht mehr bemerklich mache, und der Ausdruck, es trenne sich im Tode die Seele vom Leibe, hat seinen guten Sinn, wenn man ihn nur so versteht, daß der Mensch aufhört, ein psychisch-leibliches Leben zu führen, und, mit Abstoßung des sinnlich Stoffigen, in anderer Weise zu sein fortfährt. Aber es beginnt hier eine Reihe von Fragen, die nicht mehr in unser Gebiet gehören, und die Jeder für sich beantworten mag, wie es seiner Ueberzeugung gemäß ist. Uns vergönne man, daß wir nur mit ein paar Worten andeuten, wie man sich das Verhältniß der Seele im Sterben etwa denken könne. Sagt man, der Leib zerfalle deßhalb, weil die Seele allmälig ganz zu Geist werde, deßhalb sich vom Leibe zurückziehe und aufhöre ihn zu beleben, so kann man die Fälle nicht erklären, in denen das Leben plötzlich durch mechanische Gewalt, Blutverlust, Krankheiten oder im frühesten Kindes-, ja Fötusalter erlischt. Will man hingegen das Sterben daher ableiten, daß der Leib sich abnutze oder irgendwie untauglich gemacht werde, so daß die Seele sich seiner nicht mehr bedienen könne, so sieht man nicht wohl ein, warum der Leib, der doch so lange willfährig gedient hat, auf einmal anfangen soll, zu verkümmern. Auch kann man dann die hohe Geisteskraft, die sich oft noch kurz vor dem natürlichen Sterben äußert, nicht begreifen, denn wenn das Seelenleben zu seiner Wirksamkeit durchaus gewisser Organe bedarf, so liegt ein Widerspruch darin, daß diese gerade in dem Momente am kräftigsten wirken sollen, wo sie im Erlöschen sind. Wir müssen daher beide Ansichten in einer dritten vereinigen. Nach dieser ist der Tod nur das letzte sichtbare Entwicklungsstadium einer Periode des Menschendaseins überhaupt, eine Metamorphose, auf die es schon von Anfang her angelegt ist. Wie das individuelle Leben sich seinen Leib formte, und dann über ihm sich die Seele erhob, um durch und an ihm mit der materiellen Welt wirksam zu verkehren, so entäußert sich das Leben auch wiederum des Leibes, damit es als Seele eine andere Daseinsform eingehen könne. Daß während dieses Processes auch im Psychischen wesentliche Veränderungen vor sich gehen, können wir mehr vermuthen, als beweisen; aber jedenfalls wird die Verinnerlichung der Seele und das Zerfallen des Leibes nicht bloß jene von diesem oder dieses von jener bedingt, sondern beide gehen aus einem gemeinschaftlichen Grunde hervor und neben einander her. So ist der Vorgang im normalen Sterben. Wird der Tod durch Krankheit oder gewaltsame Zerstörung des Organismus früher herbeigeführt, so heißt das nur soviel, daß dem Leben die Möglichkeit genommen ist, sich in leiblicher Richtung bis zu seinem normalen Endpunkte fortzuentwickeln; wie es sich sodann in psychischer weiter bilde, müssen wir billig als ein unserer Erkenntniß Unergründbares betrachten. Beim normalen oder wenigstens langsamer vorbereiteten Sterben läßt sich aber häufig nicht verkennen, daß noch innerhalb des Lebens eine Umwandlung in der Seele vorgehe. Je näher sie ihrer Metamorphose kommt, desto entfremdeter wird sie im Ganzen dem sinnlichen Leben, desto gleichgültiger wird ihr die äußere Welt, und die gleichzeitige Verkümmerung des Gehirnlebens, das ihr nun wenig Anregung mehr giebt, kann uns leicht zu der Täuschung verführen, sie sei über-

haupt auf eine niedrigere Stufe herabgesunken. Eine eigenthümliche Erscheinung endlich, welche sich aus leiblichen Ursachen nie wird erklären lassen, ist das sogenannte Wandern der dem Tode Nahen. Die Seele fühlt hier dunkel, daß sie im Begriff stehe, in andere Verhältnisse einzugehen, und sucht dieses Gefühles der Unruhe durch ein entsprechendes Streben los zu werden; aber noch im bisherigen Zustande befangen, legt sie das Gefühl falsch aus, und hält die sich in ihm geltend machende Nothwendigkeit einer Veränderung für eine durch Lage und Umgebung bedingte, daher sie sich befriedigt glaubt, wenn sie eine räumliche Ortsveränderung vornimmt. Der Leib hängt gleichsam noch als Schale an der hervorbrechenden Seele, und zwingt diese, ihn mit herumzuführen.

Störungen des Seelenlebens.

Eine der hauptsächlichsten Aufgaben, welche das Handwörterbuch sich gestellt hat, ist die Herstellung einer immer engeren Verknüpfung zwischen Physiologie und Pathologie, und es wird daher auch der Psychiatrie, als einem Theil der Pathologie, in unserer Abhandlung hier eine Stelle eingeräumt. Der Zweck, den dieser Abschnitt erfüllen soll, kann nun natürlich nicht eine ausführliche erschöpfende Darstellung dieser Wissenschaft sein, eine Anforderung, die man nur an ein Handbuch oder eine pathologisch-therapeutische Encyklopädie stellen kann. Eine gewisse Kenntniß der Seelenkrankheiten muß hier schon vorausgesetzt werden. Denn wir haben es nicht mit der Mittheilung der ganzen Psychiatrie, sondern nur mit ihren Beziehungen zur Psychologie und Physiologie zu thun, wir haben die aus letzteren geschöpften Kenntnisse auf jene anzuwenden. Um nun zu ermitteln, auf welche Weise dies am besten geschehen könne, müssen wir einige Bemerkungen vorausschicken über das Verhältniß, in welches sich die Physio-Psychologie zur Erforschung der psychischen Krankheiten zu stellen hat.

Noch bis auf unsere Zeit dauern die Controversen über das Wesen und den Sitz der psychischen Krankheiten fort, aber die Menge der Ansichten ist zu groß, um auf sie des Weiteren eingehen zu können. Gewiß würde man sich jedoch viele Streitigkeiten erspart haben, wenn man nur immer den unumstößlichen Satz festgehalten hätte, daß die psychischen Symptome die pathognomischen Merkmale der Seelenkrankheiten sind. Denn es ist kein Mensch im Stande, aus einem körperlichen Befund eine Seelenkrankheit zu diagnosticiren, ja selbst bei der Frage, ob eine psychische Krankheit simulirt sei oder nicht, reicht das Dasein einiger somatisch krankhafter Merkmale nicht hin, das wirkliche Dasein jener zu constatiren. Wenn es nun in der Medicin überhaupt überall die Hauptsache ist, die charakteristischen Merkmale einer Krankheit, und danach das Genus und die Species zu bestimmen, so muß es in der Seelenheilkunde ebenfalls die Hauptsache sein, daß man die psychischen Symptome der Seelenkrankheiten genau kennt. Krankheitssymptome sind aber Abweichungen von der Norm der Lebensäußerungen, und um sie gehörig zu erheben, muß man nicht nur sie selbst sorgfältig ermitteln, sondern auch die Thätigkeiten im gesunden Zustande kennen. Und das ist eben der Nutzen der Physiologie für die Pathologie, daß sie durch tiefes Eindringen in die verschiedenen Aeußerungsformen des gesunden Lebens uns die Mittel und Wege zeigt, auch das Verhalten des kranken Lebens in seinen mannichfaltigen Formen genauer kennen zu lernen, und so namentlich die Diagnostik erweitert und bereichert. Es ist also auch bei den Seelenkrankheiten unumgänglich nothwendig, Psychologie und Physiologie zu cultiviren.

Das Erstere scheint sich so sehr von selbst zu verstehen, daß eine ausdrückliche Hinweisung darauf fast als überflüssig erscheint, und doch hat es Aerzte gegeben, welche sie für die Psychiatrie nicht nöthig gehalten haben, weil man es hier im Grunde doch nur mit somatischen Krankheiten zu thun habe. Die Physiologie aber ist nothwendig erstens, weil jede Psychologie ohne Physiologie mangelhaft und ohne gehörige Basis ist, und zweitens des ätiologischen Momentes wegen. Beide, Psychologie und Physiologie, wurden nun zwar schon lange auf die Pathologie der psychischen Krankheiten angewendet, aber sehr häufig falsch; man zog aus gewissen Thatsachen derselben allgemeine, abstracte Resultate, um aus ihnen das Wesen der psychischen Krankheiten synthetisch zu construiren. Dieser Mißbrauch wird auch in den somatischen Krankheiten häufig genug mit der Physiologie getrieben, indem jede neue Entdeckung in dieser das Signal zu zahllosen Erklärungen des Wesens dieser und jener Krankheiten ist. Um nun zu zeigen, wie wir die Sache eigentlich angegriffen wissen wollen, wollen wir in kurzen Umrissen das Hauptsächlichste unserer Ansichten über die psychischen Krankheiten im Allgemeinen darlegen, und daran einige Andeutungen knüpfen, wie sich zur Erzielung günstiger Resultate die psychiatrische Forschung zu verhalten habe.

Es kommt bei jeder Untersuchung dieser Art vor Allem darauf an, zu bestimmen, welcher Theil, welche Sphäre der Gesammtindividualität das vorzugsweis Leidende, der Mittelpunkt der pathognomischen Symptome sei. Schon seit lange stehen sich hierüber in der Medicin zwei Hauptansichten entgegen. Die älteste derselben, und diejenige, welche noch jetzt die meisten Anhänger zählt, leitet die psychischen Krankheiten von einer Störung im leiblichen Leben her. Obgleich nun auch hier die Ansichten wieder verschieden sind, und die einen annehmen, jede psychische Störung werde nur durch das Gehirn, andere, durch das Gehirn und die Ganglien vermittelt, und wieder andere, es könnten auch andere Theile des Organismus außer dem Nervensysteme unmittelbar krankmachend auf die Seele wirken, so fassen wir sie doch alle zusammen unter der Benennung »somatische Theorie«, und behandeln sie mit einander, da es uns für unsern Zweck nicht auf jene Unterschiede ankommt. Die Masse der Thatsachen, welche nach und nach zur Erhärtung dieser Theorie aufgehäuft wurden, ist sehr groß, und hat ihren unleugbaren Werth; aber man würdigte sie unrichtig, und vergaß, ihnen durch Berücksichtigung anderer gleichberechtigter Thatsachen ihre rechte Stellung anzuweisen, so daß, was sich in vielen Fällen erwies, fälschlich von allen vorausgesetzt wurde, und somit auch diese in der einseitigen Theorie falsch erklärt wurden. Was man dieser Ansicht mit Recht vorwirft, ist Dieses: Die Pathologie weis't unzählig viele Fälle nach, wo nicht bloß geringe, sondern auch bedeutende organische Veränderungen in den verschiedensten Theilen des Gehirns und des Nervensystems und in anderen Organen des Körpers vorkommen, ohne daß psychische Krankheit, ja selbst ohne daß merkliche Störungen des eigentlichen Seelenlebens an dem Kranken beobachtet worden wären, und selbst da, wo beide zusammen vorkommen, konnte man bis jetzt noch keine constante Uebereinstimmung zwischen der Beschaffenheit der organischen Abnormitäten und den Formen der Seelenstörung nachweisen. Ein Vicariren der Hirnhälften, zu welchem man oft seine Zuflucht genommen hat, könnte höchstens den Mangel von Blödsinn erklären; wenn aber die kranke Hirnhälfte nicht bloß passiv danieder liegt, sondern ihre Abnormität eine active, ein Zustand der Gereiztheit ist, so läßt sich schlechterdings nicht einsehen, wie die Seele bei dieser Verrücktheit der kranken Hirnhälfte den-

noch vollkommen gesund soll bleiben können. Eine Lunge kann für die andere athmen, aber ich werde mich nur dann nicht krank fühlen, wenn die letztere zerstört, comprimirt, verschrumpft ist, wohl aber spür' ich sie, wenn sie entzündet ist und immer noch frische Tuberkel in ihr entstehen. Eine Niere kann für die andere fungiren, und man bemerkt dies im Leben vielleicht nicht, aber nur dann, wenn diese geschwunden oder ganz zu Fett geworden ist; ist sie aber entzündet oder sonst krank, so empfindet es der Mensch wohl und der Urin, der im ersten Falle normal sein konnte, weis't die Störung nach. — Andererseits kommen aber auch psychische Krankheiten vor ohne alle vorhergegangene oder wenigstens gleichzeitig entstehende nachweisbare Kenntniß des physischen Lebens. Man sagt wohl hierauf, unsere Hülfsmittel seien noch nicht von der Art, daß man die feinsten Abnormitäten entdecken könne, oder, sie könnten während des Sterbens verschwunden sein. Dies ist allerdings bei den eigentlichen Nervenkrankheiten oft der Fall, aber man kann es nicht auf die psychischen Krankheiten anwenden. Denn grobe, wirklich sinnfällige Abnormitäten im Gehirne oder den Nerven bringen allemal krankhafte Veränderungen in den Functionen der Nerven hervor, und wenn man daher bei der Section Nervenkranker häufig nichts Abnormes findet, so hat die Annahme, daß eben doch die Nervensubstanz krankhaft verändert gewesen sein möge, in jener Erfahrung eine bedeutende Stütze. Aber bei den psychischen Krankheiten ist dies nicht der Fall, es kommen die bedeutendsten Abnormitäten vor ohne psychische Störung, und da somit das Vorhandensein materieller Krankheitsproducte diese durchaus nicht immer zur Folge hat, so kann man auch nicht die Analogie darauf gründen wollen, daß bei jeder psychischen Krankheit eine Abnormität der Gehirnsubstanz nothwendig stattfinden müsse. Ein der somatischen Theorie entschieden anhängender Irrenarzt gesteht, indem er den Einfluß früherer Kopfverletzungen auf Erzeugung von Wahnsinn bespricht, doch selbst, daß er keinen Fall kenne, wo die Seelenstörung unmittelbar auf eine Kopfverletzung gefolgt wäre. Was ferner die Fälle betrifft, wo psychische und somatische Krankheit in einem Individuum zugleich vorkommen, so würde man wohl einen übereilten Schluß machen, wenn man ohne Weiteres die letzteren überall für den Grund der ersteren halten wollte. Es ist natürlich nicht möglich, hier einzelne Fälle aufzuführen und einer Epikrise zu unterwerfen. Wenn man aber erwägt: daß, wie erwähnt, so häufig somatische Störungen, selbst des Gehirns, ohne psychische und diese ohne jene vorkommen; daß ferner, wie die somatische Ansicht selbst anerkennt, das gleichzeitige Stattfinden von psychischen und somatischen Krankheiten gar oft für eine bloße Complication zu erklären ist, daß endlich, wie ebenfalls erwiesen ist, das somatische Leiden in sehr vielen Fällen eine bloße Folge des psychischen ist, so fällt schon hiedurch alle Nöthigung, einen constanten Causalnexus in der Art anzunehmen, daß das psychische Leiden immer nur die nothwendige Wirkung eines physischen sei, völlig hinweg. Ebenso sind die Gründe, die man von den entfernteren und näheren Ursachen hernehmen möchte, durchaus unzureichend. Wenn die physischen Ursachen zunächst nur auf und durch Physisches wirken, so ist die Frage natürlich, warum denn nun nicht physische, sondern gerade psychische Krankheiten daraus entstehen? Was aber die psychischen anlangt, so sind diese, obgleich die statistischen Angaben je nach den Ansichten der Beobachter höchst verschieden sind, doch unzweifelhaft mindestens ebenso zahlreich als jene (hier noch abgesehen von dem meistens stattfindenden Zusammenwirken beider). Die somatische Theorie hilft sich hier durch die Behauptung, die psychischen Ursa-

chen bewirkten Seelenkrankheit bloß dadurch, daß sie eine physische Störung setzten, deren Reflex erst das psychische Leiden sei. Aber auch hier bleibt der Umstand ein Räthsel, warum es nicht bei der physischen Krankheit bleibt? Außerdem ist diese Erklärung eine bloß theoretische und steht mit der Erfahrung im Widerspruch. Die häufigsten psychischen Ursachen der Seelenkrankheiten, sagt man, seien der Hochmuth und die Liebe (obwohl sich hieran noch deuten ließe); gerade diese aber erzeugen höchst selten physische Krankheiten, vorausgesetzt, daß die Liebe eine reine, und nicht schon eine aus krankhaft physischem Reiz entstandene Verliebtheit ist, und meines Wissens ist man noch nie im Stande gewesen, eine in Folge von solcher Liebe und von Hochmuth entstandene psychische Krankheit aus einer vorläufig bewirkten körperlichen abzuleiten. Viel häufiger als die genannten Leidenschaften wirken der Zorn, Aerger, Schrecken, Furcht, Freude auf den Körper; aber eben diese erzeugen auch viel seltener psychische Krankheiten, und meist nur physische. Ja es kann sogar als ein ziemlich gültiges Gesetz angenommen werden, daß, wenn Leidenschaften und Gemüthsbewegungen recht stark auf den Körper wirken, nicht leicht Seelenkrankheit entsteht, und daß gerade, wenn sie dies nicht thun (falls anders das Individuum nicht apathisch oder torpid ist), um so eher die Erzeugung einer Seelenkrankheit zu befürchten steht. Endlich ist auch gegen die somatische Theorie noch die Thierpathologie anzuführen. Wären die psychischen Krankheiten wirklich bloß Symptome eines körperlichen Leidens, so müßten die Thiere fast ebenso oft psychische Krankheiten zeigen, als der Mensch. Was sich von diesen Analoges bei ihnen zeigt, ist aber immer nur entweder sog. Dummheit (Blödsinn) oder beruht mehr oder weniger auf Hirnentzündung, ist also nur ein sympathisch-psychisches Leiden, wovon später zu reden. Die eigentliche Melancholie, Wahnsinn, fixe Idee, Verrücktheit findet sich aber nicht; denn daß es Hunde gegeben hat, welche aus Trauer über den Verlust ihres Herrn gestorben sind, wird wohl kein Beweis sein sollen, daß dieselben seelenkrank waren. Auch hilft es wenig, anzuführen, daß Thiere der Einwirkung psychischer Ursachen seltener ausgesetzt seien; denn der Theorie nach wirken diese ja doch nur physisch, und was ihnen an Zahl beim Thier etwa abginge, könnte somit füglich durch physische Ursachen ersetzt werden. — Alle unsere bisherigen Gründe waren nur der Pathologie entnommen. Ein Hauptgewicht legt aber zuletzt noch die Psycho-Physiologie und eine auf sie gestützte Diagnostik in die Waagschale. Unsere ganze Darstellung in den vorigen Abschnitten weis't darauf hin, daß die psychischen Thätigkeiten zunächst nur das eigentliche Product einer selbstständigen Sphäre des Organismus sind, und daher nicht aus Etwas begriffen werden können, was außerhalb dieser Sphäre liegt. Das Gehirn und das Nervensystem für sich allein hat nur den physischen Theil beim Empfinden und Bewegen, und zum Theil noch die Regulirung der Ernährung zum Geschäft, aber die Seele ist etwas Anderes als diese Nerventhätigkeit. Die somatische Theorie, welche beides vermengt, wird daher niemals im Stande sein, genügende Unterschiede zu machen zwischen der Lähmung und dem Blödsinn, den Convulsionen und der Raserei, den Sinnesstörungen und dem Wahnsinn. Daran scheitert auch ein neuerer Versuch, die Seelenstörung als Cerebralirritation zu bezeichnen. Es ist gar keine Frage, daß man, so gut wie eine Spinalirritation, auch eine Cerebralirritation annehmen könne; aber, wenn in dieser die Seelenstörung besteht, so ist die Frage die, was denn hernach das Kopfweh, die Sinnestäuschungen, der Schwindel, die Schlafsucht, die Schlaflosigkeit und die vom Gehirne ausgehenden Convul-

sionen sind? Diese sind doch wohl die eigentlichen Analoga der Spinalirritation, dagegen es als willkürliche physiologische Voraussetzung erscheint, das Gehirn mit der Seele zu identificiren, demselben allein alle psychische Thätigkeit und nichts als psychische Thätigkeit zuzuschreiben, und dann hienach freilich eine Identität von Cerebralirritation und Seelenstörung herauszubringen. Auch liegt hier jene irrthümliche Auseinanderreißung des Gehirn- und Rückenmarkslebens und Einsperrung der Seele in's Gehirn zu Grunde, welche wir schon einmal zu rügen Gelegenheit hatten. — In der Therapie endlich muß die somatische Theorie stets versucht sein, zu viel auf Arzneimittel zu halten, während doch die Erfahrungen der neueren Zeit unwidersprechlich lehren, daß mit Arzneien im Grunde gegen die Seelenstörung selbst wenig geleistet werde, sondern daß die psychische Behandlung (worunter man aber ja nicht eine bloß moralische oder gar demonstrativ-dialektische zu verstehen hat) nebst der Regulirung der ganzen Lebensweise als die Hauptsache zu betrachten, und die pharmaceutischen Mittel großentheils nur beihülfsweise zu gebrauchen seien.

Solche oder wenigstens ähnliche Betrachtungen haben schon früher, doch deutlicher erst in diesem Jahrhundert, auf den Gedanken geführt, den Grund und Sitz des psychischen Erkrankens in der Seele selbst zu suchen. Die ersten Versuche gingen aber leider neben dem Ziele vorbei. Man gerieth in's Extrem, leugnete den Einfluß der physischen Vorgänge auf die psychischen Krankheiten ganz und gar, und, was die Hauptsache, man faßte die Seele mehr nur im Allgemeinen und selbst nur in ihren höheren Thätigkeiten auf. Im Gegensatze zu der somatischen Theorie glaubte man nun bei der Erklärung der psychischen Krankheiten gar keine Naturnothwendigkeit zulassen zu dürfen, und leitete dieselben aus einer freiwillig eingegangenen Unfreiheit ab, welche dann natürlich identisch war mit einer Hingabe an das Böse. Diese Ansicht konnte sich in ihrer Uebertriebenheit nicht lange halten. Denn erstens kann das physische Moment als Ursache von Seelenkrankheiten durchaus nicht abgeleugnet werden, und zweitens ist psychisches Erkranken nicht identisch mit Sündigen. Denn jede Sünde, jedes Laster zwar ist eine Abnormität der Seele, aber nicht jede Seelenabnormität eine Sünde. Sehr viele Seelenkranke können keiner erheblichen moralischen, wenn auch nur inneren, Verschuldung bezichtigt werden, und die größten Bösewichter werden nicht psychisch krank. Die Therapie konnte auch diese Ansicht nicht consequent durchführen, weil sie dieselbe ganz auf moralische Besserung und Strafen hätte gründen müssen, und in die gerichtliche Psychologie brachte sie durch das Schwankende des Begriffes der Unfreiheit und die Unmöglichkeit, zwischen der Unfreiheit des Verbrechers und des Kranken gehörig zu unterscheiden, Haltlosigkeit. Ebenso wenig wie in der Sünde sind die Seelenkrankheiten bloß in der Leidenschaftlichkeit begründet, obgleich die Leidenschaften wichtige Ursachen und später Symptome derselben werden können.

Der Kampf dieser beiden Ansichten diente, wie überall, dazu, die Wahrheit selbst zu fördern. Die durch denselben sich herausstellende Ueberzeugung, daß beide ungenügend seien, führte zu anderweitigen Theorien. Man suchte jene theils gegenseitig zu ergänzen und äußerlich zu verbinden, theils durch den an und für sich richtigen, aber unrichtig gedeuteten und angewandten Grundsatz der Einheit des Menschen aufzuheben. Ohne uns jedoch mit einer ausführlicheren Darstellung dieser Ansichten zu befassen, wenden wir uns sogleich zu den Bestrebungen der neueren Zeit. In diesen macht sich vorwiegend der Gedanke geltend, daß die psychischen Krankheiten Krankheiten der Seele selbst sind, daß sie aber nicht in der geistigen, sondern in niedri-

geren Sphären derselben ihren Sitz haben. Und weil diese Seelensphäre den Charakter der Unfreiheit, des Mangels des freien Willens trägt, so nennt man die psychische Krankheit wohl auch ein unfreiwilliges Irresein. Im Ganzen sind diese Ansichten auch die unserigen, aber sie sind bisher mehr nur allgemeine Ansichten geblieben, und die Hauptarbeit, der specielle Nachweis im Empirischen, die Anwendung auf das Einzelne, ist noch übrig. Es kann nicht fehlen, daß sich dabei noch mancherlei Differenzen herausstellen werden. Wir geben hier die Resultate, zu welchen uns unsere Studien bisher geführt haben, in so gedrängter Kürze als möglich an.

In der Sphäre des Geistes (wir bemerken noch einmal, daß uns der Geist nicht etwas von der Seele Abgesondertes, sondern nur eine Sphäre derselben ist) können die Seelenkrankheiten ihren Sitz nicht haben, und die alte Behauptung, daß der Geist nicht erkranken könne, hat in diesem Sinne ihre volle Richtigkeit. Eine Abnormität desselben als Vernunft gestaltet sich nämlich nur als Wahn oder als Grübelei, mag nun die Ursache in einem sündhaften Leben oder in anderen Einflüssen liegen; die Abnormität des geistigen Gefühles als Ueberspannung, Mysticismus oder als Gewissens- und Gottlosigkeit, und die des Willens als Sünde und Laster. Alle diese Abnormitäten können nun zwar Ursachen, und theilweise selbst Symptome der Seelenkrankheiten werden, sie sind es aber nicht immer; denn selbst der Wahn ist kein charakteristisches Symptom, indem er einerseits ohne Seelenkrankheit häufig genug vorkommt, andererseits sehr viele Irre sich zu Zeiten ihres Krankseins und der Falschheit ihrer Gedanken deutlich bewußt sind, sie aber nicht los werden können. Viele Irre sind sehr gewissenhaft und gut. Steigen wir eine Stufe tiefer herab zu der von uns so genannten Verstandessphäre. Auch in dieser ist schon der Sitz des psychischen Erkrankens gesucht worden, aber ebenfalls mit Unrecht. Denn eine abnorme Thätigkeit des Verstandes ist noch weiter nichts als Dummheit, Vorurtheil, Aberwitz, Leichtgläubigkeit; die Regelwidrigkeiten der Gefühle bestehen in allzu großer Heftigkeit, Empfindlichkeit, Rohheit, Stumpfheit, die der Willkür in Eigensinn, Tollkühnheit, Herrschsucht, Willensschwäche, Unentschlossenheit, die des Gemüthes (Fühlens und Wollens) in allzu heftigen oder gar zu geringen Gemüthsbewegungen und vor Allem in den Leidenschaften. Die hier aufgezählten Zustände und Eigenschaften kommen allerdings noch weit häufiger als die der geistigen Sphäre den Seelenkrankheiten zu; dessen ungeachtet machen sie diese immer noch nicht aus. Sie können auch bei gesundem (wenn auch nicht normalem) Seelenleben bestehen, und führen an und für sich durchaus nicht nothwendig zur Seelenkrankheit. Wir sind somit angewiesen, den eigentlichen Heerd der psychischen Krankheit noch eine Stufe tiefer, also in der *sinnlichen Sphäre* des Seelenlebens zu suchen.

Um nun einen gehörigen Standpunkt zu gewinnen, müssen wir uns vor Allem verständigen, welche Erscheinungen der Sinnlichkeit eigentlich als krankhafte gelten sollen. Wir werden am leichtesten zu einer klaren Einsicht gelangen durch eine Analogie von den physischen Krankheiten. Bei einer Menge von Nervenzufällen bemerken wir, daß der Sitz der Krankheit nicht ursprünglich das Nervensystem, sondern ein anderes System oder Organ ist, die Nervenhäute, das Blut, die Leber, Geschwülste aller Art. Die Symptome, welche sich hier als Schmerz, Zuckung, Lähmung u. s. f. kund geben, sind bloße Erscheinungen des Mitleidens, und die an sich gesunden Nerven wirken nur so, wie sie in Bezug auf den fremden Reiz ihrer Natur nach wirken müssen. Von solchen Nervenleiden unterscheiden wir aber wohl die eigent-

lichen Nervenkrankheiten, solche, die in einem Kranksein des Hirns und Nervensystems selbst beruhen, als idiopathische. Dasselbe Verhältniß findet nun auch bei den Affectionen der Sinnlichkeit Statt. Es ist keineswegs immer auf eine Seelenkrankheit zu schließen, wenn wir scheinbar normwidrige Erscheinungen in der sinnlichen Seele bemerken. Bei Krankheiten des Körpers, und namentlich des Gehirns und des Nervensystems ist dieselbe nämlich ebenso wenig immer selbst krank, als im obigen Beispiele das Nervensystem, sondern sie wirkt ihren Gesetzen gemäß so, wie sie bei einem solchen physischen Zustande wirken muß. Allerdings treten dabei oft auffallende ungewohnte Erscheinungen auf, aber die Seele wirkt in ihnen immer noch normal, und das Product erscheint nur normwidrig entweder wegen seiner Ungewöhnlichkeit oder Lästigkeit oder weil der eine Factor abnorm ist. Die Seelenstörungen dieser Art nennen wir *sympathische* oder *symptomatische* (auf eine Unterscheidung beider können wir kein Gewicht legen), da das eigentliche Kranksein nicht die Seele betrifft. Die *idiopathischen* Seelenstörungen aber sind die eigentlichen *Seelenkrankheiten*. Hier ist die Sinnlichkeit selbst krank; das Charakteristische derselben ist daher, daß *Bewußtsein, Vorstellungsvermögen, sinnliches Gefühl* und *Trieb sich auf gewöhnliche, normale, äußere oder innere Reize anders verhalten, als im gewöhnlichen Zustande*. Der Factor, welcher an dem normwidrigen psychischen Producte schuld ist, ist hier die Seele selbst. »Die Seele kann ja nicht krank werden,« höre ich, und so hört man überhaupt die Somatiker reden, wenn sie nicht Materialisten sind. Ich sehe aber in diesem Einwurfe nichts als eine Behauptung, die auf willkürlichen philosophischen Satzungen beruht, denn ein empirischer Beweis desselben ist noch nie geliefert worden. Alles, was man sagen konnte, war, die Seele sei göttlichen Ursprungs — aber der Leib ist es sicherlich nicht weniger, und dann: die Seele könne nicht krank werden, weil sie sonst auch sterben müsse, sie sei aber bekanntlich unsterblich. Wir brauchen uns hiebei auf die, in unsere Wissenschaft nicht streng gehörige, Frage von der Unsterblichkeit gar nicht einzulassen, obwohl wir hinlänglich angedeutet haben, wie wir davon denken; aber wo steht denn geschrieben, und wer kann es beweisen, daß die Möglichkeit des Erkrankens absolut die Nothwendigkeit des Sterbens nach sich ziehe? Stirbt der Leib etwa deßhalb, weil er erkranken kann? aber es sterben Leute, die ihr Leben lang nicht krank waren. Oder wird er krank, weil er stirbt? Aber es giebt eine Menge Krankheiten, die immer wiederkehren dürften und doch an sich nie den Tod zur Folge haben würden, wenn des Menschen Lebenszeit nicht ohnehin aus würde. Das Sterben ist ja doch sicherlich nicht die nothwendige Folge vom Kranksein, sondern auf dieses folgt noch viel häufiger Gesundheit. Und wenn ich nun auch wirklich auf die Unsterblichkeit eingehe, und behaupte, die Seele sterbe trotz ihres Krankseins nicht, sondern jede Seele genese wieder von ihrer Krankheit, es sei nun schon während des Lebens oder im Sterben (im gewöhnlichen Sinne), wer will mir denn da etwas erwidern? Doch wohl nicht dies, daß sie nun vom kranken Körper befreit sei, denn das ist eben der Fragepunkt, und ich kann sagen, die Seele metamorphosire sich im Tode selbst, und streife das Abnorme ab. Oder ist es die Definition von Krankheit, die entgegenstehen soll? Aber eine Definition von Krankheit, welche die Seele von den Krankheiten ausschließt, ist eben selbst schon bloß von den leiblichen Krankheiten abstrahirt, und nicht gültig. Also glauben wir und setzen: Die Seele kann krank werden.

Aber kehren wir wieder zum Verfolg unserer Darstellung zurück. Sowie die bloß sympathischen Nervenleiden leicht in idiopathische übergehen, und manche Formen gleich von Anfang an zwischen beiden schwanken und gewissermaßen beides zugleich sind, so giebt es auch in den Seelenstörungen solche Uebergänge. Wenn wir also im Folgenden der Darstellung wegen die einzelnen Arten unter diese zwei Gruppen austheilen, so darf man dabei nie vergessen, daß dieselben in der Natur nicht immer so streng auseinander gehalten sind, und daß in der Wirklichkeit manche Form nahe an die andere hinstreift oder gar in sie übergeht.

Wir gehen nun etwas näher auf die Sache ein, und beginnen mit einer Skizzirung der hauptsächlichsten Arten der sympathischen Seelenstörungen. Eine der gewöhnlichsten Seelenstörungen ist der Schmerz, von welchem, sowie von der Bewußtlosigkeit, wir jedoch schon früher des Weiteren gehandelt haben. Doch haben wir hier noch kurz des Schwindels zu erwähnen. Unserer Ansicht nach beruht derselbe auf einer Irradiation der durch drehende Muskelbewegung entstehenden Sensationen im Gehirne. Die einfachste Art ist daher die bei wirklicher Drehbewegung erfolgende, dann die vom schnellen Bewegen der Gegenstände um uns herum, wobei die Augenmuskeln eine kreisförmige Nachbewegung machen, sodann selbst die eingebildete des Fallens beim Sehen in die Tiefe; in allen Fällen findet, je nachdem das Gehirn disponirt ist, wahrscheinlich eine Nachahmung der rotirenden Muskelempfindungen im Nervenprincipe des Gehirns Statt, wodurch zuletzt die Empfänglichkeit des Gehirns für äußere Eindrücke ganz erlischt, und nach vorhergegangenen subjectiven Sinnesempfindungen Bewußtlosigkeit eintritt. In der Sphäre des Vorstellungsvermögens haben wir außer den Folgen der Blindheit, Taubheit, Anästhesie und der schon früher besprochenen Gedächtnißschwäche besonders folgende Störungen zu bemerken: 1. Die Sinnestäuschungen. Von einer Art derselben, welche man füglich Illusionen nennen kann, haben wir schon in dem Abschnitt über das Vorstellungsvermögen gesprochen. Hier meinen wir nun diejenige Art, welche auf krankhafter Thätigkeit der Sinnesnerven beruht und darin besteht, daß das Product dieser krankhaften Sinnesthätigkeit dem Patienten so erscheint, als wäre die Empfindung durch die Affection des Sinnes von einem reellen äußeren Gegenstande erzeugt. Wir nennen diese Art Sinnestäuschungen Hallucinationen. Ihre Ursache ist entweder ein bloß physischer Reiz, welcher an den Ursprungsstellen der Sinnesnerven im Gehirne einwirkend excentrische Empfindungen zur Folge hat, und das Individuum zur Ausmalung der Empfindung in eine Vorstellung bestimmt, wobei es dann auf die näheren Umstände ankommen wird, besonders auf den Seelen- und Bildungszustand des Individuums, ob dasselbe solche Wahrnehmungen für objective oder für subjective hält. Oder es ist nur eine starke krankhafte Erregbarkeit des Gehirns zu excentrischen Sensationen, eine Art Krampfdisposition desselben gegeben, und irgend ein Vorstellungsbild trifft mit dieser gerade so zusammen, daß es sie als Reiz zum Ausbruch und hiemit sogleich ein vollständiges, äußerlich erscheinendes Bild zu Wege bringt, sowie bei Convulsibilität, beim Veitstanz u. dgl. eine leise intendirte Bewegung sogleich Ursache werden kann, daß gerade diese Muskelpartie krampfhaft ergriffen wird. Anders als auf eine dieser beiden Arten läßt sich das Zustandekommen dieser Phänomene wohl schwerlich vorstellen, obgleich die Sache noch vielfach dunkel bleibt und weiter erforscht werden muß. Aber man muß dabei Alles wohl ausscheiden, was nicht wirklich Sinnestäuschung ist, so z. B.

wenn ein Irrer in einer Person oder in einer schwarzen Katze den Teufel sieht, so ist dies keine Sinnestäuschung, sondern, indem er glaubt, der Teufel habe diese Gestalt angenommen, hat er nur seinen Wahngedanken auf ein Object bezogen, das an und für sich von ihm richtig wahrgenommen wird. 2) Delirium. Dieses unterscheidet sich von den Sinnestäuschungen dadurch, daß bei diesen wirkliche Affection der Sinnesthätigkeit, wenn auch excentrische, subjective statthat, während im Delirium die innere reproductive Thätigkeit des Gehirns, die Erzeugung der Hirnbilder vorherrscht. Nicht die Sinnestäuschung, sondern das Delirium ist daher ein Träumen im Wachen. Meistens zwar werden die äußeren Gegenstände dabei undeutlich oder gar nicht percipirt, und im Ganzen findet desto weniger Delirium Statt, je mehr die peripherischen Nerven noch wirksam sind, daher hydrocephalische Kinder, sobald sie aufhören zu erbrechen, anfangen zu deliriren. Aber die äußeren Sinne können dabei auch offen sein, und Vorstellungen gewähren, und der Kranke wird nur durch seine inneren Traumgedanken so beherrscht, daß er sich benimmt, als ob jene gar nicht existirten. Hier also ist jenes Prädominiren von Traumideen, das wir bei einer andern Gelegenheit erwähnten, und das dem Individuum die Möglichkeit benimmt, sich mit der Außenwelt in das entsprechende Verhältniß zu setzen. Das Delirium können wir daher bezeichnen als Traumleben, welches nicht durch Schlaf, sondern durch Krankheiten herbeigeführt ist. Diese Krankheiten müssen natürlich einen Gehirnzustand setzen, welcher dem beim gewöhnlichen Traum ähnlich ist. Sie sind: Hirnentzündungen, Typhen, exanthematische und manche andere Fieber, Säuferwahnsinn, zuweilen auch Hysterie und das Stadium nach dem epileptischen Anfall. Auch die Vergiftung durch Narcotica und die höheren Grade des Rausches kann man hieher rechnen. Wie der Traum, so kann auch das Delirium in entsprechende Handlungen übergehen, wovon das laute Delirium der Anfang ist. Die Symptome des Deliriums, seine psychischen Erscheinungen können, einzeln genommen, dieselben sein, wie beim Wahnsinn; dies beweis't aber nicht, daß ihre Ursache, der Krankheitsproceß derselbe sei, denn auch in anderen Krankheiten können die physiologischen Functionen in ganz ähnlicher Weise abweichen, obwohl die veranlassende Ursache eine andere ist. Ich erinnere nur an die oft höchst schwierige Unterscheidung, ob Kopfsymptome von Plethora oder von Blutleere des Gehirns, von wahrer Congestion oder von sympathischer Reizung herkommen. 3) Dem Delirium nahe steht der Stupor in denselben und ähnlichen Krankheiten, aber er ist schon kein Traum mehr, und auch wohl zu unterscheiden vom Sopor; er ist weder Schlaf, noch Bewußtlosigkeit, sondern nur ein auf Herabstimmung des Gehirnlebens beruhender Mangel an Hirnbildern und dadurch an lebhaften Vorstellungsassociationen; er ist acut, was die physisch bedingte hohe Gedächtnißschwäche chronisch ist. 4) Krankhaftes Traumleben aus krankhaftem Schlaf entstehend. Hieher gehört der Alp, eine krankhafte Vergrößerung von abnormen Empfindungen im Schlaf in der Traumvorstellung, und der Somnambulismus, von dem wir schon früher sagten, daß er nicht ein gewöhnlicher intensiver Traum sei, sondern daß er auch eine, wohl schon in dem vorausgehenden Schlaf erzeugte, außergewöhnliche Umstimmung im physischen Leben voraussetze und mit sich führe.

In der Gefühlsregion haben wir vorerst als die gewöhnlichen Erscheinungen zu erwähnen die mannichfaltigen Gefühle des Uebelbefindens bei den verschiedenen Krankheiten. Speciell hervorzuheben sind aber besonders folgende: 1) die abwechselnden Gefühle und Launen der Hypochondrischen und Hy-

sterischen, sowie noch manche andere Regelwidrigkeiten der Gefühle, welche aus verschiedenen Körperstimmungen hervorgehen, z. B. der Mißmuth der Trunkfälligen u. s. f. 2) Affectionen der Seele durch die Geschlechtssphäre, wohin die Sexualmanie, als Nymphomanie und Satyriasis, und die verschiedenen Gelüste und Triebe in der Pubertäts- und Schwangerschaftsperiode, der Eß-, Stehl-, Brandstiftungstrieb und andere gehören. (S. bei den Gemüthsbewegungen den Abschnitt von der Liebe.) Bei allen diesen Trieben sind die Individuen einem von körperlichen Zuständen entstehenden heftigen Gefühl und Verlangen unterworfen, welches mit solcher Stärke auf die Seele wirkt, daß diese die größte Unruhe und Qual erleidet, so lange jene nicht befriedigt sind.

Was endlich die sympathischen Störungen des Triebes und Bewegungsdranges anlangt, so gehören einige der soeben angeführten Formen zugleich auch hieher; ferner die Erscheinungen bei Hydrophobischen, welche um sich beißen, indem sie selbst Hunde zu sein glauben. Da das Wuthgift eine besondere Beziehung zu den Schling- und Kauwerkzeugen hat, welche durch dasselbe in Krampf versetzt werden, so mag bei gelinderer Reizung in deren Nerven die Seele selbst zum Zähneknirschen und Beißen angeregt werden, und dieser Trieb, in Verbindung mit der ohnehin anhaltenden Vorstellung des Hundes, welcher durch seinen Biß Ursache des Zustandes war, kann wohl hie und da die Vorstellung erzeugen, selbst ein beißender Hund zu sein. Zum Theil gehört zu den sympathischen Störungen des Triebes auch die trunkfällige Rohheit und Wildheit. Wir müssen zu ihnen aber noch ein paar besondere Formen rechnen, die von jeher viel Schwierigkeit in der Erklärung gemacht haben, nämlich den Veitstanz und die Katalepsie, und die vielfachen Variationen, in welchen dieselben auftreten. Veitstanz und Katalepsie verhalten sich ähnlich wie Convulsionen und Starrkrampf. Beim Veitstanze (sowohl partiellen als allgemeinen) ist ein heftiger psychischer Reiz zur Thätigkeitsäußerung in mehren oder vielen, gewissen Muskelpartien vorstehenden, Nervenorganen vorhanden, welche es aber nicht zur wirklichen Krampfbewegung bringt, sondern rückwärts auf die Seele, auf den Bewegungsdrang wirkt, und diesen unwiderstehlich zur wirklichen Ausführung jener Bewegungen hinreißt. Die Willkür ist hiedurch theils ganz ausgeschlossen, theils begiebt sie sich von selbst mit in den Strudel hinein. So entsteht jenes wunderliche Gemisch von willkürlicher und unwillkürlicher Bewegung. Wie beim Veitstanze mehre Muskelpartien abwechselnd wirken, so sind bei der Katalepsie eine Anzahl von Muskeln in fortwährender ununterbrochener Thätigkeit begriffen. Die Katalepsie ist nicht Lähmung, sie ist aber auch nicht Starrkrampf, denn die Muskelcontraction, in welcher der Patient plötzlich befangen bleibt, hatte in ihrer Entstehung einen psychischen Grund, die Muskeln sind nicht starr, sondern biegsam, und die Glieder lassen sich mechanisch leicht in eine andere Lage bringen. In der Katalepsie wie im Starrkrampfe hat irgend eine Krankheitsursache die gesammte motorische Nerventhätigkeit afficirt, aber bei der ersten ist das Resultat nicht tonischer Krampf, sondern auch hier wirkt die Nervenreizung rückwärts auf die Seele, und zwingt sie, sich auf diese Muskelcontraction zu concentriren und darin zu verharren. Diese Gefangengebung an die Nerventhätigkeit ist auch die Ursache, weßhalb, wenn man die Glieder in eine andere Lage versetzt, die Nerven auch diese Modification in ihrer Thätigkeit auf die Seele übertragen, und sie zwingen, wiederum in dieser neuen Thätigkeit zu verharren. Natürlich muß durch die Krankheitsursache immer das Gehirn selbst in einen Zustand versetzt sein, in welchem es für kein anderes Wirken fähig ist; das Vorstellungsvermögen ist während desselben vermuthlich auf eine einzige Vorstellung beschränkt. Diese

unsere Erklärung möge einstweilen nur dazu dienen, den Symptomen dieser Krankheiten ihre gehörige physiologische Stellung zu verschaffen; eine Feststellung des Wesens derselben würde eine ausführliche Würdigung der Gesammtsumme sowohl der Symptome als der Ursachen erfordern, wozu hier der Ort nicht ist. Uebrigens wird doch schon jetzt der Grund klar, warum diese Krankheitsformen im Ganzen so selten vorkommen. Sie sind nämlich Mischlings- und Zwitterformen von psychischen und physischen Krankheiten, und bringen es daher, wie alle diese in der Natur, selten zu voller Ausbildung. Sie abortiren daher als solche meistens im Keim, oder schlagen in andere Formen um, entweder in Epilepsie, Convulsionen und Starrkrampf, oder in Manie und Monomanie, mit welchen sie denn auch öfters complicirt sind. — Das Stadium maniacum post epilepsiam ist ebenfalls eine sympathische Seelenstörung, und bildet den Uebergang von der Epilepsie zur Tobsucht.

Zu der Classe dieser Seelenstörungen können wir endlich auch noch den Cretinismus rechnen, wenn derselbe nicht sowohl angeboren, als erworben ist. Denn bei dem ganz und gar angeborenen, gleich von Anfang an sich deutlich zeigenden, ist, sowie bei der Hirnarmuth, die Seele selbst schon kümmerlich entwickelt, und wird also nicht erst vom Körper aus gestört. Der erworbene Cretinismus dagegen, der sich erst im zweiten, dritten Jahre, ja selbst noch später zeigt, ist eine Entartung des Menschen, welche erst durch äußere, zwar noch unbekannte, aber doch im Zusammenwirken von Lebensweise, Erziehung, Boden und Klima begründete, Ursachen erzeugt wird, wenn dabei auch allerdings eine gewisse Anlage mit in's Spiel kommt. Die verminderte Lebensenergie des Gehirns hat minder lebhafte Wahrnehmungen und Vorstellungen, stumpfere Gefühle, trägere Bewegung (natürlich Alles relativ) und damit zusammenhängende Störung der höheren Verrichtungen, sowie mehr oder minder frühen Tod zur Folge. Das Gehirn wird zum Hemmniß für die Weiterentwicklung der Seele, weil es dieser nicht willfährig genug Stoff zur Uebung bietet.

Bisher haben wir diejenigen sympathischen Störungen der Sinnlichkeit aufgeführt, deren Ursache im Physischen liegt. Es ist aber augenscheinlich, daß auch die höheren Seelensphären ähnliche Wirkungen müssen ausüben können. Hieher kann man die Ekstase zählen, wo durch Begeisterung und Exaltation der Phantasie das Vorstellungsvermögen und sinnliche Gefühl so sehr in Anspruch genommen werden, daß der Mensch gar nichts mehr von der Außenwelt weiß. Niedrigere Grade hievon sind die Vertiefung und die damit zusammenhängende Zerstreuung. Zu große Nachgiebigkeit des Willens läßt leicht die sinnlichen Gefühle und Triebe, sowie ein träumerisches Wesen, Vegetiren in Vorstellungen, aufkommen, so daß dieselben zuletzt zu großer Gewalt gelangen, und eine gewisse Herrschaft über den Geist ausüben. Furcht, Schrecken, Freude, Zorn, kurz alle Gemüthsbewegungen in höheren Graden bewirken eine momentane sog. Sinnesverwirrung, nämlich ein Stocken im freien Fluß der Vorstellungen, ein Unvermögen gehöriger Wahrnehmungen, und zuweilen völligen Mangel des gegenständlichen Bewußtseins, der Besonnenheit, wo sie nicht durch physische Wirkung völlige Bewußtlosigkeit zur Folge haben.

Wir kommen nun zu den idiopathischen Seelenstörungen, die eigentlichen Seelenkrankheiten. Wie schon bemerkt wurde, so besteht ihr wesentlicher Unterschied von den sympathischen darin, daß bei diesen die Sinnlichkeit selbst noch gesund ist, und den physischen und moralischen, wenn gleich abnormen, Einflüssen gemäß, also normal wirkt, bei den Seelenkrankheiten aber selbst krank ist, und in Bezug auf jene Einflüsse nicht mehr wirkt, wie sie

wirken sollte. Bei jenen verschwindet die Störung, sobald jene Einflüsse verschwunden sind, bei dieser können jene Einflüsse zwar als Ursachen gewirkt haben, sie können aber wieder verschwinden, ohne daß die Seelenstörung verschwindet. Wie bei den körperlichen Krankheiten die Lebensthätigkeiten eines Organes oder Systemes eine falsche, einseitige Richtung nehmen, und dadurch zu einander in ein falsches Verhältniß kommen, so auch die einzelnen sinnlichen Seelenthätigkeiten in den Seelenkrankheiten. Geistige sowohl als körperliche Einwirkungen bringen dann in diesen nicht mehr die gewohnten Erscheinungen hervor, es entstehen andere Vorstellungen, andere Gefühle, andere Triebe, als man nach Beschaffenheit des Reizes erwarten sollte. Der Ausdruck Verrücktheit ist daher sehr bezeichnend; diese unteren Seelenkräfte sind nämlich in ihrer Richtung sowohl nach oben als nach unten verrückt. Dieses Wort erinnert uns so lebhaft an eine ähnliche Erscheinung im mechanisch-physischen Leben, daß wir die Analogie weiter verfolgen müssen. Wir meinen die Luxationen. Auch bei ihnen ist ein Glied des Körpers unwillkürlich in eine falsche Lage zu dem übrigen Körper gekommen, indem es aus seiner normalen Stellung verrückt ist. Der Kranke mag wollen soviel er will, er kann doch das Glied nur in einer einzigen Richtung halten; auch hat er die Herrschaft über die umliegenden Muskeln, die durch den ausgewichenen Gelenkkopf gespannt werden, verloren, und diese ziehen nun für sich in der falschen Richtung fort, ohne auf die Einwirkung seines Willens zu merken. Aehnlich ist nun ein Theil der Seelenthätigkeiten aus seinem gewohnten Zusammenhange mit den übrigen gerissen, und gleichsam in einer Richtung festgekeilt, so daß der Wille nicht im Stande ist, irgend etwas daran zu ändern. Indeß muß man sich natürlich hüten, die Analogie allzuweit auszudehnen. Zwei Zustände in verschiedenen Systemen können innerlich ein und dasselbe sein, aber eben je nach der Verschiedenheit der Systeme geben sie doch ein anderes Product. Den luxirten Arm kann der Kranke nur wegen mechanischer räumlicher Hemmung nicht gebrauchen, und der verrückte Theil verhält sich hier zur Seele und zum übrigen Organismus mehr passiv als activ, er ist ruhig. Bei der Seelenkrankheit hingegen ist der verrückte Theil fortwährend auch activ thätig, er handelt, und während bei der Luxation die Seele den verrückten Theil nicht bewegen kann, kann sie ihn hier in seiner falsch gerichteten Beweglichkeit nicht hemmen. In dieser Beziehung stünde die psychische Krankheit dem Krampfe näher, in welchem der Bewegungsnerve für sich thätig ist, ohne daß die Seele ihn in seiner Thätigkeit hindern kann. Aber auch hier ist noch ein Unterschied. Bei der durch den Krampf erzeugten Bewegung ist die Seele gar nicht bethätigt, wenn man nicht etwa ihr fruchtloses Bestreben, denselben aufzuheben, hieher zählen will; bei der psychischen Krankheit aber ist derjenige Theil der Seelenthätigkeiten, welcher nicht selbst abnorm ist, dennoch mit betheiligt; denn der Irre mag denken, reden oder thun, was er will, so muß er doch wollen; er könnte keinen Satz aussprechen, sei er noch so unsinnig, keinen Entschluß, keine Pläne fassen, wenn nicht Verstand und Vernunft bereitwillig sich zum Dienste seines Wahnes hergäben, und wenn nicht der Wille seinen Trieben folgte und Nachdruck gäbe. Die abnorme Seelenthätigkeit ist also nicht so stark, wie verhältnißmäßig die Nerventhätigkeit beim Krampfe, da sie ein Mitwirken anderer Kräfte nicht ausschließt, sie ist aber stark genug, um die Seele zu zwingen, nur für den Wahn thätig zu sein. Und dies ist wieder ein Hauptpunkt bei der Bestimmung des Begriffes der Seelenkrankheit. Sowie nämlich bei chronischen Krankheiten ein Organ oder das Blut oder die Nerven lange schon von ihrer normalen Beschaffenheit abgewichen sein können, ehe es zur förmlichen Krankheit kommt, so kann auch irgendwie eine

Abnormität in Vorstellungen, sinnlichem Gefühl und Trieb erzeugt worden sein, ohne daß doch sogleich psychische Krankheit entstünde. Zum Begriff der körperlichen Krankheit gehört nämlich, daß der übrige Organismus in eine Art in Mitleidenschaft gezogen werde, die es ihm unmöglich macht, die zur eigenen Erhaltung nöthigen Lebenszwecke gehörig zu verfolgen. So entsteht denn auch Seelenkrankheit erst dann, wenn durch das Leiden der Sinnlichkeit auch die übrigen Seelenthätigkeiten in solche Unordnung und Disharmonie gesetzt werden, daß ihre Zwecke sowohl unter sich, als mit den Handlungen zu ihrer Erreichung in Widerspruch stehen (hiebei noch ganz abgesehen von allenfallsigen Bestrebungen der Naturheilkraft). Das Mitleiden der Seele erstreckt sich natürlich auf einen größeren oder kleineren Kreis. Es kann somit Aberwitz, Irrthum, Wahn, Leidenschaftlichkeit, Bosheit, Laster entweder einzeln oder zugleich die Folge sein.

Eben in dieser völligen Anspruchnahme der ganzen Seele von ihrem abnorm gewordenen Theile ist nun noch ein anderer Umstand gegründet, in welchem eigentlich das charakteristische Merkmal aller Seelenkrankheit besteht, der nämlich, daß der Kranke sich nicht für krank hält. Bei körperlichen Krankheiten ist dies niemals der Fall, außer da, wo das Bewußtsein völlig erloschen ist, wie z. B. während einer Ohnmacht oder eines epileptischen Anfalles. Ein Lungensüchtiger kann sich über die Bedeutung seines Uebels täuschen, aber daß er krank ist, weiß er doch. Der Seelenkranke hält sich aber für gescheidt und glaubt, in Allem Recht zu haben. Worin liegt nun der Grund, daß er seinen Irrthum nicht einsehen kann? daß er gar nicht wahrnimmt, daß in seinem Seelenorganismus etwas aus den Fugen gegangen ist? Schwäche des Verstandes oder der Vernunft ist es nicht; denn die Irren sind zum Theil sehr witzig und scharfsinnig. Ebenso wenig das sinnliche Bewußtsein, denn der Kranke ist seiner Sinne mächtig, liegt nicht bewußtlos. Es muß also das höhere, das Selbstbewußtsein, das Leidende sein; aber auch dieses ist nicht im Ganzen abnorm, weil sonst der Kranke von seinem eigenen Gedankengange nichts wissen würde, und unmöglich irgend einen Entschluß fassen könnte. Sein Selbstbewußtsein ist also lediglich in Bezug auf die abnorm gewordene Seelenthätigkeit unfähig geworden, und in nichts Anderem als in dieser kann auch der Grund davon liegen. Sollen wir nämlich irgend etwas als falsch erkennen, so ist die erste Bedingung dazu die, daß es uns möglich sei, auch eine andere Vorstellung, als die, die wir gerade von der Sache haben, in uns zu bilden, und ein Zweifel an die Richtigkeit einer Idee kann so lange nicht aufkommen, als sich nicht in unserem Innern eine andere ihr zur Seite stellt. Eben dadurch nun, daß sich in dem psychisch Kranken irgend eine Vorstellungsweise oder Anschauungsweise krankhaft fixirt hat, ist jede andere ähnlichen Inhaltes ausgeschlossen, und folglich auch ein Zweifel an der Richtigkeit der ersteren und somit auch ein Erkennen des Irrthums völlig unmöglich geworden. Ein ganz ähnliches Verhältniß findet im Traume Statt. Wir sind hier oft genöthigt, innerlich etwas anzuschauen, was für den Verstand die größte Ungereimtheit ist, und wir haben selbst ein dunkles Gefühl von dieser; und doch halten wir das Angeschaute für möglich und wirklich. Der Grund davon ist, daß wir nicht im Stande sind, eine andere Vorstellung des Gegenstandes von gleicher oder stärkerer Lebhaftigkeit und Dauer in uns hervorzurufen, wodurch denn dem Bewußtsein die eben vorhandene Vorstellung als die einzig mögliche und somit nothwendige und wirkliche erscheint. Jene Fälle, wo wir im Traume selbst denken, daß wir träumen, und daß das, was wir uns vorstellen, doch unmöglich so sein könne, stehen schon dem Erwachen nahe, und wir werden immer

finden, daß sich dabei die richtige Vorstellung in einem Kampfe gegen die übermächtige sich aufdringende Traumvorstellung befindet. Sowie nun im Traum an dem Ueberwiegen der inneren Vorstellungen hauptsächlich der Mangel äußerer Sinnesempfindungen schuld ist, so ist bei der psychischen Krankheit eine krankhafte Beschaffenheit der Sinnlichkeit selbst schuld. Die abnormen Vorstellungsschemen, Gefühle und Bestrebungen drängen sich der Seele ununterbrochen mit Gewalt auf, so daß kein Zweifel, kein Bewußtsein des Irrthums, kein Gedanke an Unrecht aufkommen kann. Die Augenblicke, wo der Kranke sich als Gestörten fühlt, stehen mit jenen oben besprochenen Halbträumen in gleicher Kategorie, und sind daher oft, wie dort das Zeichen des Erwachens, so hier das Zeichen der psychischen Genesung.

Was nun die verschiedenen Formen der Seelenstörung anbetrifft, so hat man wohl auch gesagt, es gebe nur eine psychische Krankheit, und das, was man Formen nenne, sei nichts Anderes, als die verschiedenen Stadien derselben. Im gewöhnlichen Verlaufe nämlich fängt allerdings die Seelenstörung meist mit Melancholie an, geht in Wahnsinn über, erreicht ihre Akme in der Tollheit, und geht dann entweder denselben Weg wieder rückwärts in Genesung oder durch Narrheit in Blödsinn über. Aber sie kann auf jedem dieser einzelnen Stadien mehr oder weniger, selbst das ganze Leben lang, stehen bleiben; einzelne hinwiederum können so kurz sein, daß sie fast verschwinden, und scheinbar ein Sprung geschehen zu sein scheint; und so geschieht es denn, daß sehr oft nur ein, höchstens zwei obiger Stadien den ganzen Verlauf der Krankheit ausfüllen, und die ganze Krankheitsform ausmachen. Es wird auf die Gemüthsart, das Temperament, die geistige Richtung des Individuums und mancherlei andere Umstände ankommen, in welcher Richtung die Krankheit beharrt, und welches der sinnlichen Vermögen von Anfang an und in die Länge vorzugsweise ergriffen ist. Wir unterscheiden nach diesen drei Hauptformen von Seelenkrankheiten, nämlich: 1) Krankheiten des Vorstellungsvermögens; 2) des sinnlichen Gefühles; 3) des Triebes und Bewegungsdranges. Besondere Krankheiten des sinnlichen Bewußtseins giebt es nicht, weil dieses von seiner Function nicht anders abweichen kann, als durch Bewußtlosigkeit, und man sich nichts Anderes sinnlich bewußt werden kann, als Empfindungen. Indem wir nun die einzelnen Formen nach dieser Eintheilung durchgehen, bemerken wir vorher, daß dieselbe keineswegs erschöpfend sein soll, was überhaupt mit keiner Eintheilung je der Fall sein wird. Denn im Psychischen herrscht schon zu viel die Einheit vor, als daß wohl je eine Seelenkraft ohne gleichzeitiges Leiden einer andern erkranken könnte. Die verschiedenen Formen nehmen daher eine an der andern Theil, und unsere Classification hat deßhalb auch nur zum Zweck, unsere Bemerkungen in einer gewissen Reihenfolge an die hervorragendsten Verschiedenheiten in den Erscheinungen anzuknüpfen.

1) Wenn sich ein gewisser Kreis von Vorstellungen immer und anhaltend aufdrängt, ohne daß man den Grund hievon weder in öfterer Wiederholung entsprechender Wahrnehmungen, noch in den jeweiligen Verstandesbeschäftigungen, noch in freiwilliger Anstrengung der Phantasie, noch in der Anregung von Vorstellungen durch sinnliche, ihnen den Inhalt gebende, Gefühle finden kann, so ist das Individuum, in welchem solches statthat, dem Wahnsinn nahe. Werden aber die aus solchen Vorstellungen gebildeten Urtheile und Schlüsse nicht mehr für bloß subjective erkannt, sondern für objectiv begründet gehalten, so ist der Wahnsinn da. Der Irrthum des

Wahnsinnigen unterscheidet sich somit dadurch von dem des Gesunden, daß bei diesem die Verstandesoperation, es sei aus welchen Gründen es wolle, nur zu schnell fertig ist, ehe noch die ganze Materie vielseitig betrachtet worden ist, und daß ein solcher Irrthum nach gehöriger Widerlegung bloß noch durch Eigensinn oder Trägheit festgehalten werden kann. Beim Wahnsinn hingegen wird der Irrthum des Verstandes durch die abnorme Function des Vorstellungsvermögens veranlaßt. Indem eines oder mehre Vorstellungsschemata vorherrschen, werden dieselben auf die meisten übrigen Vorstellungen, wenn diese nur irgendwie passen, angewendet, und eine und dieselbe Totalvorstellung reproducirt sich so bei der geringsten Gelegenheit immer wieder. So verliert die Kette der Associationen für das Individuum den Charakter der Zufälligkeit, Subjectivität und Möglichkeit, und verursacht durch die beharrliche Wiederkehr den Schein für den Verstand, als ob die Dinge auch in der Wirklichkeit so verbunden wären, und damit auch den Schein der Nothwendigkeit für die Vernunft, welche in dem fortwährenden Beisammensein gewisser Vorstellungen zuletzt einen Causalnexus findet. Das Individuum ist daher genöthigt, so und so zu denken, und wenn es auch zuweilen durch Belehrung seinen Irrthum erkennt, so kommt dieser leicht wieder, nicht gerade wegen Eigensinnes, sondern wegen jenes Zwanges der Synthese im Vorstellungsvermögen. Der gesunde Irrende kann noch freiwillig zweifeln, der kranke nicht. Dieser Zustand im Vorstellungsvermögen ist auch Ursache der großen Unaufmerksamkeit auf die Außenwelt, der Träumerei und der hieraus entstehenden Illusionen. Es versteht sich übrigens, daß die Vorstellungen bei ihrer öfteren Wiederkehr nicht bloß Vorstellungen bleiben, sondern durch ihr stetes Wirken auf den Verstand und ihre Gestaltung zu Urtheilen in der Folge sogleich als Gedanken auftreten. — Man theilt den Wahnsinn in einen fixen und vagen. Beim ersten hat sich der Kranke in einem einzigen speciellen beschränkten Irrthum festgerannt, und in Bezug auf Vorstellungen, die wenig Verwandtschaft mit demselben haben, kann er ganz richtig urtheilen. Wenn solche Individuen sich für Fürsten, Gott u. s. f. halten, oder glauben, sie seien von Glas, so braucht man nicht gerade zwei Persönlichkeiten in ihnen anzunehmen, sondern nur eine halsstarrige Verknüpfung des Gedankens des Ich mit dem speciellen Wahngedanken. Der vage Wahnsinn wird meistens für ein ungeregeltes Spiel der Einbildungskraft oder der Phantasie erklärt. Einen Theil der Fälle, die man für solchen ausgegeben hat, darf man aber nicht hieher, sondern muß sie zur krankhaften Schwatzhaftigkeit rechnen. Der eigentliche vage Wahnsinn besteht aber darin, daß entweder das krankhaft vorherrschende Vorstellungsschema von sehr weitem Umfang ist, oder daß sich mehre solche vorfinden. Die aufmerksame Beobachtung wird nämlich bei solchen Kranken kein bloßes unbestimmtes Spiel von Phantasiebildern finden, sondern immer einen rothen Faden entdecken, an den sich alle auch oft scheinbar unzusammenhängende Ideen anreihen, allgemeine Vorstellungsschemata, die zwar keinen einzelnen bestimmt ausgesprochenen und vorherrschenden Irrthum bewirken, die aber einzelne Vorstellungen zwingen, sich gerade in dieser oder jener sonderbaren Weise zu gruppiren, wodurch die Zahl einzelner Irrthümer natürlich größer wird. — Wenn der Wahnsinn mit großer Neigung zu Verstandesübung verbunden ist, und die fixe Idee durch viel Aufwand von Dialektik vertheidigt wird, so nennt man dies Wahnwitz.

2) Die Krankheiten des sinnlichen Gefühles sind folgende: a) Vorherrschende Lustgefühle der Heiterkeit, Fröhlichkeit, Aufgelegtheit, Rüstigkeit,

Behaglichkeit ohne entsprechenden physischen oder gemüthlichen Grund führen, wenn sie im Gemüthe einen gegen andere Einflüsse anhaltend sich abschließenden Zustand bewirken, zur Narrheit. Je nachdem Freude, Wonne, Eitelkeit, Hochmuth das Vorherrschende wird, entstehen verschiedene Formen der Narrheit. Der Eine gefällt sich in einer fortwährenden grundlosen läppischen Lustigkeit, der Andere glaubt sich im Besitze großer Güter, der Dritte im Putz und Tand, der Vierte zeigt unerträglichen Hochmuth, der Fünfte hält sich für sehr gescheidt und sucht dies durch seine Dialektik zu beweisen. Keine Wirkung auf Verstand und Gemüth vermag hierin etwas zu ändern; ja selbst physisches Unwohlsein und bedeutende Krankheiten haben keinen Einfluß auf die fröhliche Stimmung. b) Düsterkeit, Unaufgelegtheit, Angst, Schwächegefühl und Unbehaglichkeit, wenn sie in ähnlicher Weise constante Veränderungen im Gemüth hervorbringen, machen die Melancholie aus. Der Eine befindet sich in beständiger Furcht vor vermeinten Gefahren, der Andere in Gram und Kummer, der Dritte in Reue und Verzweiflung wegen der verschiedensten Objecte, mögen diese wirkliche oder eingebildete sein. c) Ein Gemisch von beiden ist die Erotomanie, als verliebte Narrheit und Melancholie. Wie bei der Liebe sowohl Hoffnung und Freude, als Besorgniß und Gram vorherrschen kann, so nimmt die krankhafte Verliebtheit bald den Charakter der Narrheit, bald der Melancholie an. Bei beiden ist aber der Grund der Verliebtheit das psychisch sinnliche Gefühl von Schwanken zwischen Lust und Schmerz, welches sonst im Gefolge der Liebe aufzutreten pflegt. Von der Nymphomanie und Satyriasis unterscheidet sie sich deutlich durch ihren höheren Charakter und ihr Freisein von Geschlechtsempfindungen. Oft ist die Verliebtheit auch die Grundlage religiösen Wahnsinns.

3. Wenn der Aeußerungstrieb und Bewegungsdrang in irgend einer Weise abnorm excedirt, und zugleich auch den Willen zwingt, in der entsprechenden Weise zu wirken, so ist ein solches Individuum toll. Die Tollheit hat aber verschiedene Formen. Der Irre macht entweder fortwährend Bewegungen mit den Armen, mit dem Kopfe, oder er läuft bis zur völligen Ermattung herum, was man schlechthin Bewegungstollheit nennen könnte. Oder er gefällt sich im Gesticuliren und Declamiren, oder der Bewegungsdrang beschränkt sich auf's Sprechen als krankhafte Schwatzhaftigkeit oder Zungentollheit. Der Grund des Schwatzens ist hier nicht etwa ein übergroßer Reichthum an Ideen, sondern alle Gedanken werden, wie sie vorkommen, übereilt ausgesprochen, ohne ausgebildet und gesichtet zu werden, wodurch Widerspruch, Zusammenhangslosigkeit und so der Schein vagirender Einbildungskraft erzeugt wird. Wird endlich nicht bloß der Wille, sondern auch das Gemüth in Mitleidenschaft gezogen, und erhält so der auswärts strebende Drang durch krankhaften, vermeintlich begründeten Aerger und Zorn, der aber dem Individuum als ein nothwendiger auf wirkliche Objecte sich beziehender erscheint, so entsteht die Tobsucht oder Raserei, welche sich speciell als Zerstörungswuth, Mordsucht u. s. f. gestalten kann. Hieher gehören auch manche bizarre Triebe, z. B. Einen zu beißen, oder irgend einen sonderbaren Streich zu machen, eine Art psychischer Schwindel; vielleicht auch der Sammeltrieb und manche Fälle von Stehlsucht. In allen Fällen dieser Classe ist für den Kranken keine Möglichkeit vorhanden, den kranken Trieben zu widerstehen, weil er nichts hat, das er ihnen entgegegensetzen könnte. Er hat die Besonnenheit verloren, d. h. das Vermögen, die Lage, in welche man sich durch eine

Handlung versetzt, mit seiner gegenwärtigen Lage und deren Forderungen zu vergleichen, und durch den Gedanken an die Unzweckmäßigkeit sich von derselben abhalten zu lassen. (Daß Besonnenheit schlechthin Hemmung von Strebungen durch Gehirneinfluß sei, wie Einige wollen, widerspricht offenbar sowohl dem Wortbegriff als der Sache selbst.) Die Besonnenheit geht dem Kranken aber verloren, weil der krankhafte Trieb sein ganzes Vorstellungsvermögen beherrscht, keine andere dahin bezügliche Vorstellung aufkommen läßt, und dadurch alle Reflexion, allen Zweifel, ob die Handlung auch passend sei, unmöglich macht.

Zum Schlusse dieser kurzen Exposition wiederholen wir noch einmal, daß die Krankheiten der einzelnen Vermögen nicht so abgegrenzt und unabhängig von einander in der Natur erscheinen, als sie hier dargestellt sind. Höchstens der fixe Wahn und die Zungentollheit stehen vielleicht manchmal für sich da. Sonst aber ist der Wahnsinn immer mit Narrheit, oder Melancholie oder Tobsucht verbunden; damit es zur rechten Melancholie und Narrheit komme, muß den krankhaften Gemüthszuständen immer ein objectiver Grund angedichtet werden, und ebenso muß sich der Rasende immer ein gedachtes Object seines Zornes bilden. Denn auch im normalen Leben ist eine Vorstellung selten etwas anhaltend, ohne Gefühl zu erregen; kein Gemüthszustand und kein Handeln kommt vor ohne eine gedachte Ursache und Grund, und so äfft denn auch das kranke Leben diese Eigenschaft des gesunden nach, und bildet vermöge dieses innigen Zusammenhanges seiner Aeußerungen eine Art Uebereinstimmung mit sich selbst. In diesem Betracht kann denn auch von sogenannten Monomanien nur insofern die Rede sein, als sich der Wahnsinn, die Melancholie, die Raserei fixe Objecte gebildet haben, die den Scheingrund ihrer Handlungen abgeben. Nicht aber darf hieraus gefolgert werden, es sei ein einzelner Trieb krank bei Gesundsein aller übrigen Seelenkräfte. Denn wenn das gesammte Seelenleben gesund ist, so kann sich unmöglich ein Mordtrieb, Stehltrieb, Liebeswuth u. s. f. entwickeln. Eine Mania sine delirio, d. h. ohne krankhaftes Mitleiden des Erkenntnißvermögens (denn an eigentliches Delirium darf dabei ohnehin kein Mensch denken) kann es aber vollends nicht geben, da ein Bestreben, etwas zu beschädigen oder zu zerstören, nicht möglich ist, ohne ein Denken dieses Zweckes, und Verstand und Vernunft jedenfalls abnorm wirken, mögen sie nun dem krankhaft gebildeten Zwecke des Handelns einen falschen Grund unterschieben, oder das Motiviren desselben ganz unterlassen. Es handelt sich dabei natürlich nur um den Zustand im Momente des Raptus maniacus, nicht um die Zeit unmittelbar vor und nach demselben.

Auffallend kann es erscheinen, daß wir bisher den Blödsinn nicht unter den Formen der psychischen Krankheiten aufgeführt haben. Da wir ihn aber nur als eine Ausgangsform der verschiedenen übrigen betrachten, so müssen wir aus mehren Gründen erst noch Einiges über die Aetiologie der psychischen Krankheiten angeben, ehe wir von ihm handeln können. Wir führen hier natürlich nicht alle möglichen äußeren und inneren Ursachen desselben an, sondern besprechen nur das Verhältniß derselben zur nächsten Ursache, also die Entstehungsweise der Krankheit aus den Ursachen. So groß das über diesen Punkt herrschende Dunkel in der Medicin überhaupt noch ist, ebenso verhält es sich mit der Psychiatrie, und es kann uns daher nicht einfallen, die Pathogenie der Seelenkrankheiten in abstracto auf's Haar zeichnen zu wollen. Wir wollen nur einige Grundideen und Umrisse geben, welche vielleicht zu einem Leitfaden und Mittelpunkt für die specielle Nach-

forschung dienen können. Wir haben gesehen, daß Seelenkrankheit, eben ihrer Unfreiwilligkeit wegen, nicht in den höheren Seelenvermögen begründet sein kann (wenn auch diese eine veranlassende Ursache abgeben mögen). Es ist daher festzuhalten, daß das Centrum, von dem alle Symptome der psychischen Krankheit ausgehen und abzuleiten sind, die Sinnlichkeit sei. Was wirkt aber in ihr eine so ausschließliche, auffallende Thätigkeit, die den Willen mit sich fortreißt? Es fällt Einem hiebei sogleich die Gewohnheit ein. Langes Beschäftigen mit gewissen Vorstellungen, Hingabe an Gefühle und Triebe wird oft beschuldigt. Diese Zustände können aber Jahre lang, ja das ganze Leben hindurch bestehen, ohne daß Seelenkrankheit daraus wird. Wir können oft irgend einen Gedanken, der uns viel zu schaffen gemacht hat, lange Zeit nicht mehr los werden, aber dies ist noch nicht Seelenkrankheit; diese wird erst vorhanden sein, wenn uns das stete Wiederkehren des Gedankens nicht mehr ärgert, und er uns entweder im Innern fortwährend in Anspruch nimmt und jede andere Beschäftigung unmöglich macht, oder wenn wir ihn in anhaltenden Reden ohne alle Rücksicht auf Andere nach außen kund geben. Es kann ein Mensch langen, heftigen Kummer in sich nähren, und darüber selbst physisch zu Grunde gehen, und doch entsteht keine Melancholie; diese findet erst Statt, wenn er selbst bei verschwundener Ursache seines Kummers diesen nicht mehr aufzuheben vermag, oder wenn dieser selbst bei neuer Ursache zu größerem Kummer unverändert bleibt. Man sieht also, daß die Gewohnheit oder das längere Hegen von Gedanken oder Gefühlen durchaus noch nicht zu Erzeugung von Seelenkrankheit hinreicht, noch ganz abgesehen von jenen Fällen, wo z. B. langer Kummer zwar in solche endete, aber in lustige. Wir werden also die Gewohnheit nur zum Theil als Ursache betrachten dürfen, und zwar als disponirende, zu der noch etwas Anderes, den Ausschlag Gebendes, hinzukommen muß. Sei nun diese Disposition erblich oder erworben, so ist sie doch immer eine habituelle Stimmung, eine Hinneigung zu excessiven Richtungen. Erworben aber kann sie auf verschiedenen Wegen werden, durch psychisch falsche Lebensweise oder durch körperlich krankhafte Zustände, wenn diese von so langer Dauer sind, daß sie eine anhaltende Verstimmung in der Seele hervorzubringen vermögen. Aus dem Vorherrschen einzelner Vorstellungsweisen, Gefühle und Triebe, welche, den äußeren Umständen unangemessen, sich immer wieder aufdrängen, weil sie in der Gesammtbeschaffenheit des Individuums begründet sind, entsteht nun leicht eine gewisse Haltlosigkeit des Charakters, ein Sichgehenlassen in ihnen. Man würde aber Unrecht thun, wenn man dies sogleich und immer auf Rechnung eines schlechten, oder auch nur schwachen, Charakters schreiben wollte. Denn dergleichen psychische Anfechtungen beziehen sich meistens nicht einmal auf Handlungen, die etwa trotz der Stimme des Gewissens ausgeführt würden, sondern es ist nur ein unwillkürliches Hinreißen in gewisse Vorstellungskreise, ein Schwelgen in Gefühlen, selbst unangenehmer Art, ein Kitzel zu übereiltem Sprechen oder zu plötzlichen sonderbaren Streichen, eine Art psychischer Schwindel. Außer diesen Momenten sind die Leute, anstatt die Stimme des Gewissens zu verachten, oft sogar ängstlich, machen sich über ihre, oft selbst unbedeutenden, Fehler Vorwürfe, und sind unzufrieden mit sich selbst; aber die öftere Wiederholung und der Sieg, den diese Phantasien und Gefühlsschwelgereien stets davon tragen, giebt ihnen durch Gewohnheit eine furchtbare Stärke. Das ist der dunkle, aber noch viel mehr zu erforschende Anfang der psychischen Anlage zur Seelenkrankheit. Wird diese Disposition, deren erster Keim übrigens

in der bei weitem größeren Anzahl der Fälle ererbt ist, nun durch hinzutretende Ursachen gesteigert, so bildet sie die Anfänge der sich entwickelnden Krankheit. Eine körperliche Verstimmung oder eine Bewegung des Gemüthes, eine geistige Ueberspannung u. s. f. giebt den so reizbaren sinnlichen Gefühlen (nach dem Gesetz, daß jede Krankheitsursache sich vorzugsweise auf den »schwachen Theil« wirkt) neue Anregung, und unterhält sie andauernd, und es associiren sich bestimmte Vorstellungen, die sich schon früher in ähnlichen Stimmungen einfanden, nun desto fester mit ihnen. Beide werden nun immer reproducirt, der Mensch hängt ihnen nach, und kann ihrer nicht mehr los werden. Sie verfolgen ihn Tag und Nacht, er ist für nichts Anderes mehr empfänglich, und fühlt, daß sein Inneres in Disharmonie und er nicht mehr Herr über sich selbst ist. Dies erhöht seine Qual, ein ungeheurer Seelenschmerz bemächtigt sich seiner, alles Aeußere berührt ihn unangenehm, er flieht die Menschen, und wird mißtrauisch gegen sie, weil er glaubt, man kenne seinen Zustand und verachte ihn deßhalb, vielleicht auch, weil er sich jetzt schon allerlei Einbildungen schafft. So trägt er einen Stachel in sich herum, der bei der geringsten Berührung den Schmerz erneuert. Dieser Zustand kann ungemein, bei vielen Menschen Jahre, lang dauern, wenn auch mit Unterbrechungen, ohne Wahnsinn herbeizuführen. Immer ist hier noch das Bewußtsein da, daß es nicht recht stehe; entweder weiß der Mensch entschieden, daß er krank ist, oder er weiß doch, daß sein Zustand ein anderer sein sollte, er kann ihn noch mit dem normalen vergleichen, und ist im Stande, wo es darauf ankommt, sich selbst zu beherrschen. Soll es zur Seelenkrankheit kommen, so muß dies unmöglich werden, die abnorme Richtung im Seelenleben muß sich so fixiren, daß das Individuum sich nicht einmal mehr die Möglichkeit denken kann, daß andere Gedanken, andere Bestrebungen, als die er hegt, die richtigen sein könnten. Es läßt sich dies Verhältniß, wenn auch das Gleichniß auf den ersten Anblick bizarr erscheinen mag, doch wieder sehr gut an der Verrenkung der Glieder anschaulich machen. Damit z. B. eine äußere Gewalt Verrenkung des Oberarms bewirke, muß dessen Lage in diesem Augenblicke dazu disponirt, er muß stark erhoben sein, so daß sein Kopf nur mit einer geringen Fläche die Gelenkfläche noch berührt. Drückt in diesem Augenblick eine starke Gewalt die Hand oder den Vorderarm aufwärts, so rutscht der Kopf vollends aus dem Gelenk, und wird sogleich durch die Muskeln in der falschen Richtung festgehalten, so daß seine willkürliche Bewegung aufgehoben ist. Ganz ähnlich ist es nun in unserem Falle, wie denn auch die Volkssprache von Einem, der schon lange ein wunderlicher Mensch war, wenn er wahnsinnig wird, ganz bezeichnend sagt: »jetzt ist er vollends übergeschnappt«. Die höchste Aufregung des Gemüthes und der Phantasie in der einmal gegebenen abnormen Richtung wirkt fortwährend auch auf die Centralnervenorgane, und diese wirken dann durch ihre Stimmungen mittelst der Sinnlichkeit wieder auf jene zurück. Kommt nun in diesem Moment der höchsten Spannung irgend eine Ursache hinzu, welche diese abnorme Stimmung des Nervensystems bleibend erhöht, so wird dasselbe in der einmal eingeschlagenen abnormen Lebensstimmung fixirt, und hiemit ist zugleich die Seelenthätigkeit, so wie sie im Augenblicke des Eintritts der Nervenaffection war, für immer festgebannt. Es bleiben die in der letzten Zeit gewohnten Vorstellungen, Gefühle und Triebe permanent, und die Seele kann keine anderen an ihre Stelle setzen, weil der neue Nervenzustand keinen anderen entspricht, und nur für jene, welche schon mit ihm zusammengewöhnt sind, die entsprechenden Hirnbilder, Hirnstimmungen und

Bewegungstendenzen mit Leichtigkeit darbietet. Hiedurch ist die Seele gezwungen, ihren dermaligen Gesammtzustand für den rechten zu nehmen, und man kann nun wohl auch sagen, sie habe ihr sonstiges empirisches Ich vergessen. Ihr Selbstgefühl und Selbstbewußtsein ist nur von ihrem jetzigen Zustande ausgefüllt, sie lebt sich in ihn hinein, und bestärkt dadurch ebensowohl sich selbst in den gewohnten Vorstellungen, Gefühlen und Trieben, als auch das Nervensystem in den entsprechenden Stimmungen, wie sich die Fliege im Spinnennetze nur immer mehr verwickelt, oder wie die Muskeln den luxirten Knochen, je länger er uneingerichtet bleibt, nur immer mehr in der falschen Richtung feststemmen. Die Gelegenheitsursachen verlangen also, wie man sieht, eine sehr starke Disposition im Psychischen, außerdem bringen sie nie Seelenkrankheit hervor. Daraus ist es zu erklären, warum die in den Handbüchern gewöhnlich aufgeführten Ursachen doch eigentlich so selten psychische Krankheit zur Folge haben. Eine Menge Dinge, starke Gemüthsbewegungen, ein Rausch, starkes Trinken überhaupt, ein lebhaft ängstlicher Traum, große Hitze, Unterdrückung von Blutflüssen, Ausschlägen und Geschwüren, Anomalien des Geschlechtslebens und noch vieles Andere kann Gelegenheitsursache werden, und der Laie schreibt diesen gewöhnlich allein die Erzeugung zu, indem das vorherige Benehmen des Kranken entweder übersehen oder mehr als ein freiwilliges, eigensinniges u. dgl. angesehen wurde. Aber, wo keine bedeutende psychische Disposition da ist, da bewirken diese Ursachen, auch wenn sie das Nervensystem treffen, eben nur körperliche Leiden, Congestionen, Verstimmungen, Kopfschmerz, wohl auch Hirn- und Hirnhautentzündungen, oder Neuralgien (namentlich des Unterleibes), Hysterie, Epilepsie, Somnambulismus, Veitstanz. Gerade je intensiver anfänglich die körperlichen Leiden auftreten, desto schwerer entsteht im Ganzen psychische Krankheit, besonders wenn die dabei stattfindende Nervenstimmung mit der psychischen Disposition nicht harmonirt; denn durch die Stärke und Ungewohntheit des körperlichen Krankheitsgefühles wird der Mensch aufgerüttelt aus seinem Traume und objectivirt sich seine Empfindungen und Gefühle, während er beim psychischen Erkranken sie mit seiner Subjectivität vermischt und verwirrt. Auch braucht die zur Gelegenheitsursache werdende Affection des Nervensystems nicht gerade sichtliche Veränderungen hervorzubringen, sondern nur eine dynamische zu sein, wie bei der Hysterie und der Epilepsie. Aber sie kann allerdings auch in Congestionen und dergl. bestehen. Jedenfalls muß sie aber der in der Disposition gegebenen Stimmung genau entsprechen, wenn psychische Krankheit entstehen soll. Soll z. B. ein durch einseitige Beschäftigung und Ueberspannung der Phantasie habituell gewordener Vorstellungsgang zum Wahnsinn vollendet werden, so muß die körperliche Ursache das Gehirn gerade in die Stimmung versetzen, in welcher es, von der Außenwelt mehr oder weniger abgezogen, seine Thätigkeit auf Erzeugung von inneren Hirnbildern verwendet, die dann den herrschenden Vorstellungen entsprechend ausfallen, mit der größten Leichtigkeit und viel geläufiger als alle anderen wiederkehren, und dadurch die Vorstellungen selbst vollends fixiren helfen. Eine solche Umstimmung des Gehirns verräth sich sehr häufig durch subjective Sinnesempfindungen, Hallucinationen. Eine gedrückte Gemüthsstimmung verlangt, um zur wirklichen Melancholie zu werden, daß sich ein Nervenzustand bilde, in welchem das Gehirn einförmig nur auf einen kleinen Kreis von Vorstellungen reagirt und eine habituelle Angst, Niedergeschlagenheit und qualvolle Unruhe entsteht, welche das Gemüth nicht mehr aus dem Zustande, in dem es befangen ist, heraustreten

und kein anderes Selbstgefühl mehr aufkommen läßt. Eine Tobsucht entsteht aus irgend einer nervenaufregenden Ursache nur, wenn schon vorher heftiger Ingrimm, der sich nicht entlud, da war, Zorn, Aerger, qualvolle Eifersucht, oder auch, wenn durch schon vorhandenes Seelenleiden schon länger ein fixer Wahn und ein Gefühl der Unruhe vorhanden war, das den Aeußerungstrieb in lebhafte Spannung versetzt. Die Seele und die Nervenstimmung halten sich gleichsam gegenseitig fest umklammert, und so enthält nicht allein in Beziehung auf die Entstehung, sondern auch auf die Fortdauer der Krankheit der eine Factor immer Stoff oder Zunder für den andern, und ist Ursache, warum sich die Seele aus ihrer Befangenheit nicht herauszureißen vermag.

Der Irre ist somit ganz irr, nach Leib und Seele, in seinem Leibe herrscht nicht nur eine Wahn-Seele, sondern die Seele hat auch einen Wahn-Leib, so daß der Kranke nicht mehr zu sich selbst kommen kann, und in diesem Sinne kann man die psychische Krankheit allerdings auch eine Krankheit der Persönlichkeit nennen. — Ein Umstand könnte auf den ersten Anblick gegen die hier dargelegte Ansicht zu sprechen scheinen. Es kommt nämlich gar nicht selten vor, daß das Irresein einen ganz andern Inhalt hat, als man nach der psychischen Ursache und dem jüngsten Verhalten der Person erwarten sollte. Die Fälle zwar, daß heftige Freude psychische Krankheit mit niedergedrückter Stimmung hervorrief, sind höchst selten, und möchten sich fast darauf reduciren, daß dieselbe durch Ueberreizung des Gehirns Blödsinn oder nahe daran grenzende Zustände herbeiführte. Desto häufiger aber ist die Erfahrung, daß aus deprimirenden Gemüthsbewegungen lustiger Wahnsinn entstand. Wie stimmt dies mit der von uns aufgestellten Pathogenie zusammen? Recht gut. Denn in diesen Fällen tritt die psychische Krankheit in dieser Form nie plötzlich gleich nach der Gemüthsbewegung auf; es geht immer ein Stadium stillen Brütens über dem Schmerz, eine Zeit des Verzweifelns voraus, der Betroffene giebt sich rückhaltslos seinem Kummer hin. Nach und nach wird ihm aber der Gram selbst zur Lust, er versinkt tiefer in Träumereien, und nun erwachen, indem die Seele ihrer Qual durch die Flucht in's Reich der Phantasie sich zu entziehen strebt, in ihr Bilder von Glück, wie sie früher in ihren Neigungen und Wünschen vorhanden waren, sie malt sich dieselben lebhaft aus, fühlt sich innig in ihnen, und der Contrast dieses Wohlseins mit dem eben verlassenen Zustande des Jammers giebt diesen Gefühlen und Vorstellungen um so größere Intensität; wird nun durch irgend eine Ursache, oft durch die Gemüthsaufregung selbst, das ohnehin schon höchst gespannte Nervensystem in eine Erschütterung versetzt, die eine bleibende entsprechende Verstimmung hinterläßt, so kann sich lustiger oder heftiger Wahnsinn gestalten.

Ueber den Verlauf der Seelenkrankheiten haben wir schon früher Einiges beigebracht. Welche specielle Form dieselbe annimmt, wie lange sie dauert, was zur Genesung beiträgt u. s. f., wird Alles durch besondere Umstände bedingt, auf deren Erörterung wir hier unmöglich näher eingehen können. Wir betrachten daher hier nur zwei uns am meisten interessirende Punkte, nämlich die Periodicität derselben und ihre Heilung oder Milderung durch Auftreten anderer Krankheiten. Reine lucida intervalla sind bekanntermaßen höchst selten. Wo aber wirklich eine Intermission oder sogar eine Art Periodicität eintritt, da beweis't dies keineswegs, daß die Krankheit lediglich ihren Sitz im leiblichen Leben habe. Es tritt nur der eine Factor, die physische Verstimmung des Nervensystems, auf eine Zeit lang zurück, aber sowohl in ihm, als auch in der Seele, bleibt die ganze Disposition zu-

rück, ähnlich wie bei der Epilepsie, wo das Individuum in den Intervallen auch scheinbar gesund ist. Die Seele ist aber dabei keineswegs ganz in der Ordnung, sie hat noch keinen Halt, und nur der Contrast gegen den früheren Zustand der Befangenheit, die Reflexion und einige Selbstbeherrschung geben ihr den Anschein, als ob sie völlig zur Norm zurückgekehrt wäre. Mit dem Wiedereintritt der leiblichen Verstimmung erwachen aber unwiderstehlich alle Vorstellungen, Gefühle und Triebe wieder, die schon so lange mit denselben innig verkettet waren, und die Gewohnheit macht hier ihre Rechte geltend und reißt die Seele mit Gewalt in den Strudel. Wie bei Nervenkrankheiten aller Art der allergeringste Reiz den Paroxysmus zum Ausbruche bringt, weil eben das Nervensystem einmal in diesem abnormen Zuge ist, so ruft irgend ein psychischer oder physischer Einfluß, der nur eine Erinnerung an den psychisch kranken Zustand enthält, den Paroxysmus desselben hervor. — Die Erscheinung, daß eine psychische Krankheit manchmal verschwindet, wenn eine körperliche Krankheit sich einstellt oder stärker hervortritt, hat einen ähnlichen Grund wie die Entstehung psychischer Krankheit aus der Metastase einer solchen. Durch das plötzliche Verschwinden oder wenigstens Innehalten eines körperlichen Krankheitsprocesses wird der daran gewöhnte Organismus in einen plötzlichen ungewohnten Zustand versetzt, welcher auch im Nervensysteme sich reflectirt und in diesem eine Erschütterung oder Umstimmung hervorruft. Daraus können allerlei Nervenkrankheiten entstehen, psychische Krankheit aber nur, wenn in der Seele eine bedeutende dazu passende Disposition vorhanden ist. So kann denn auch umgekehrt das Auftreten einer physischen Krankheit oder das plötzliche schnellere Fortschreiten derselben eben dadurch, daß es dem Organismus ungewohnt ist, eine Umstimmung des Nervensystems hervorrufen, welche der Seele erlaubt, sich wieder frei zu entfalten. So hat man manche Beispiele, daß mit dem Sistiren der Phthisis sich psychische Krankheit entwickelte, welche wieder abnahm, sobald die Phthisis wieder zunahm, namentlich im Stadium der Erweichung. Dahin gehört das Wiedererscheinen von Blutflüssen, Hautkrankheiten, zuweilen auch das Fettwerden. Es ist aber klar, daß, wenn solche Krankheiten eine günstige Wirkung auf das Psychische haben sollen, die Seelenkrankheit nicht zu tief gewurzelt sein darf, und daß das Nervensystem noch mehr oder weniger für eine Umstimmung durch organische Vorgänge empfänglich sein muß. — Sehr häufig sind solche heilsame Metastasen aber nur Zeichen, daß das Nervensystem auf irgend eine andere Weise zur Norm zurückgekehrt ist, wodurch auch im übrigen Organismus der gewohnte frühere Zustand wieder hergestellt wird.

Wenn die psychische Krankheit in Genesung übergeht, so ist sie zugleich selbst Ursache, daß die Seele nicht erst wieder in den Zustand leidenhafter Disposition, in welcher sie im Beginn des Erkrankens war, sondern mehr oder weniger auf anderem Wege zur Norm zurückkehrt. Mit der Zunahme der Krankheit und in ihr waren nämlich alle gewöhnlichen Beziehungen der Persönlichkeit zur Welt nach und nach verschwunden, und der Irre hatte sich eine ganz andere Anschauungs- und Gefühlsweise angewöhnt. Ist nun die Krankheit von Grund aus gehoben, so ist er zugleich von der ganzen durch sie bedingten Gedankenwelt losgerissen und in den Zustand vor aller Disposition zurückversetzt. Ist dies nicht der Fall, bleibt eine gewisse Reizbarkeit und gedrückte Stimmung zurück, wie sie kurz vor dem Ausbruche der Krankheit war, so sind immer Rückfälle zu befürchten. Oft verwischt sich sogar bei langer Dauer des Leidens die ursprüngliche deutlich

ausgesprochene Nervenverstimmung bis auf einen gewissen Grad, und es bleibt fast keine andere psychische Abnormität mehr zurück, als eine fixe Idee mit sonst völliger körperlicher Gesundheit. Hier scheint eine abnorme Vorstellungsrichtung sich mit dem Gesammtgefühl und Selbstbewußtsein so innig verflochten und verfilzt zu haben, daß sie nun einen integrirenden Bestandtheil des ganzen Seelenlebens ausmacht, der bis zum Tode bleibt. Diese Fälle sind unheilbar. Nimmt die Seelenkrankheit nicht einen dieser Ausgänge, oder führen nicht andere entweder bloß mit ihr complicirte oder mit ihr in ursächlichem Zusammenhange stehende Krankheiten einen frühen Tod herbei, so endigt sie durch zunehmende Albernheit und Fatuität in Blödsinn. Der Blödsinn erscheint zwar zuweilen (wenn er nicht angeboren ist, wovon wir aber hier nicht reden) als primäre Form, der Kranke ist von Anfang an mehr stupid, aber entweder ist er dann eigentlich nur symptomatische Störung (Ueberbleibsel von Apoplexie, Nervenfiebern), oder er ist mit zeitweiser Aufregung und Tobsucht, wenigstens eine Zeit lang verbunden. Diese Art ist meistens auf einer starken angeborenen Anlage begründet. Ueberwiegend häufiger ist der Blödsinn aber der Ausgang der übrigen Formen. Die Schuld kann nun hier allerdings ein Zustand des Gehirns tragen; aber man ziehe daraus ja nicht den Schluß, daß ein solcher Gehirnzustand nun die einzige Ursache sowohl des Blödsinns als der demselben vorhergegangenen Krankheit sei. Allerdings verhält sich der Blödsinn zu den Seelenkrankheiten, deren Residuum und Product er ist, ungefähr so wie die Lähmung zu vorausgegangenen Krankheiten der Nervenorgane. Aber gerade hiedurch ist auch sein Unterschied von derselben angedeutet, und die Meinung widerlegt, er sei ein bloßes physisches Leiden, Lähmung des Gehirns durch Ueberreiz oder organische im Verlaufe der Krankheit entstandene plastische Producte. Denn hiedurch sind bloß die bei Irren allerdings häufig vorkommenden Apoplexien, Exsudate, Erweichungen und Verhärtungen, aber nicht der Unterschied zwischen den aus ihnen entstehenden Lähmungen und dem Blödsinn erklärt. Diese pathologischen Veränderungen können zwar Ursache von Blödsinn werden, aber sie sind so häufig auch vorhanden, ohne daß psychische Krankheit vorhergegangen, oder daß überhaupt nur eine beträchtliche Störung der Intelligenz eingetreten wäre; andererseits sind viele Irre gelähmt, ohne daß ihre psychische Aufregung nachließe, und wieder andere sind völlig blödsinnig, ohne irgend ein physisches Symptom von Gehirnlähmung, und ohne daß man bei der Section eine erhebliche Veränderung im Gehirn fände, die man ohne Vorurtheil mit dem Blödsinn in nothwendigen Causalzusammenhang bringen könnte. Wir müssen daher für die Erzeugung des Blödsinns aus psychischer Krankheit auch der Seele einen Antheil zukommen lassen, den wir in Folgendem finden. Durch ein intensives Irresein wird das gesammte Seelenleben mehr und mehr und zuletzt allein in den Dienst eines einzigen Gedankens, Gefühles oder Triebes gezogen, und dadurch jeder andern Anregung unzugänglich. Beides, der Mangel einer vielseitigen, mannichfaltigen Thätigkeit, und der Zwang zu fortgesetztem eintönigen Wirken muß eine völlige Erschlaffung und Ermattung zur Folge haben; denn auch einen völlig Gesunden kann man, wenn man ihn lange Zeit in solche Verhältnisse setzt, dem Blödsinn nahe bringen, und vielleicht beruht hierauf zum Theil die Erzeugung von Blödsinn durch plötzlichen Schrecken. Jeweilige tobsüchtige Aufregung ist dabei nicht ausgeschlossen. So hat man denn auch mit Recht die Ursache desjenigen Blödsinns, welcher aus Onanie entsteht, nicht bloß in die Schwächung der Gehirnthätigkeit, sondern auch in den

engen Ideenkreis gesetzt, in welchem starke Onanisten sich bewegen. Sie leben in steter phantastischer Erinnerung wollüstiger Bilder, und, da ihr Seelenleben ganz und gar nur auf die Geschlechtslust gerichtet, für andere Eindrücke aber in höheren Graden sehr wenig empfänglich ist, so müssen ihre höheren intellectuellen Vermögen aus Mangel an Uebung und mehrseitiger Ausbildung nach und nach verkümmern und einsinken.

Indem wir hiemit die Darlegung unserer psychiatrischen Ansichten schließen, bemerken wir nur noch, daß wir absichtlich nichts von der Therapie sagen. Wir würden uns selbst als anmaßend vorkommen, wenn wir aus unseren Ideen sogleich Folgerungen zögen, die dem Heilgeschäfte zur Richtschnur dienen, oder etwa gar die bewährte Praxis unserer anerkanntesten Irrenärzte meistern sollten. Die Physiologie kann und darf auf die Therapie nur einen mittelbaren und sehr allmäligen Einfluß ausüben, und ihr Hauptverdienst wird einstweilen darin bestehen, daß sie die Betrachtungs- und Erforschungsweise der Krankheiten auf ihre richtigen Standpunkte stellt, das pathogenetische Verhältniß der Ursachen in das rechte Licht setzt, und auf den Weg aufmerksam macht, welcher bei der Beurtheilung der so verschiedenen individuellen Fälle eingeschlagen werden muß. Dadurch werden sich die Indicationen schon von selbst stellen und die Therapie sodann ihre Schätze immer sicherer und den Umständen angemessener anwenden lernen. Wir können daher für jetzt keine andere Therapie aufstellen, als die, welche sich den erfahrensten praktischen Irrenärzten bisher erprobt hat, und dieses unser Bekenntniß ist Alles, was wir hier über diesen Punkt zu sagen haben. Ziemlich aus denselben Gründen lassen wir auch die gerichtliche Psychologie aus dem Spiele.

Wir schließen unsern Aufsatz mit dem herzlichen Wunsche, daß die psychische Medicin nicht bloß Eigenthum und Beschäftigung einer besondern Classe von Aerzten bleiben, sondern daß sich das gesammte ärztliche Publikum mehr und mehr für sie interessiren möge. Leider betrachtet der große Haufe der Aerzte den Psychiater fast nur als einen Philosophen, der nicht mehr so recht eigentlich zu den Medicinern gehöre, und die Seelenheilkunde für ein unfruchtbares Gebiet, auf dem sich wenig Erfolge gewinnen ließen. Aber wenn auch nicht schon die Wechselwirkung des psychischen und leiblichen Organismus an und für sich die Aufmerksamkeit des denkenden Arztes täglich in Anspruch nehmen müßte, so glauben wir durch die vorliegende Abhandlung hinreichend gezeigt zu haben, daß die Psychologie und mit ihr die psychische Medicin durchaus nicht ein so ungewiß über der soliden übrigen Medicin schwebendes Luftgebilde sei, als sie Manchem vorkommen mag, sondern daß sie in Fleisch und Blut derselben eingreift, und daß es auch in ihrem Gebiet eine Erfahrung, ein Wissen und ein Können giebt. Möge denn diese Abhandlung dazu beitragen, daß der Eifer für medicinisch psychologische Forschung sich immer weiter verbreite, daß Psychologie und Physiologie sich immer inniger mit einander verschwistern, und daß durch diese Verbindung auch die Psychiatrie einen ähnlichen Aufschwung erfahre, wie ihn die Physiologie in so vielen anderen Zweigen der Heilkunde mit dem anerkanntesten Erfolge herbeigeführt hat!

F. W. Hagen.

Respiration.

Unter Respiration verstehen wir eine Reihe von Vorgängen in den organischen Körpern, welche einerseits in der Aufnahme und Assimilation des zur Unterhaltung des Lebens nothwendigen Sauerstoffgases, und andererseits in der, unter Wärmeentwicklung erfolgenden, Bildung von Excretionsproducten bestehen, die fast ausschließlich in gasförmiger Gestalt, und zwar bei den meisten Thieren vermittelst eines besondern Organes, aus dem Körper ausgeschieden werden.

Die mannichfaltigen Zwecke, denen die Respiration in der thierischen Oekonomie zu dienen hat, sowie der innige Zusammenhang dieses Processes mit vielen anderen Vorgängen im Organismus machen übrigens eine präcise Definition des Begriffes der Respiration unmöglich. In der Regel wird in neuester Zeit das Wesentliche des Athmungsprocesses in der Herstellung der arteriellen Blutmischung, oder in der Aufnahme und Ausscheidung von Gasen aus dem Blute gesucht, womit jedoch nur einige Momente, und zwar die Anfänge und das Ende einer Reihe von in einander greifenden und sich wechselseitig bedingenden Vorgängen bezeichnet sind.

Wahrscheinlich werden wir, wenn der Wissenschaft eine gehörige Anzahl exacter Untersuchungen über die thierische Wärme und das Athmen zu Gebote steht, so daß wenigstens in diesem Gebiete der Physiologie die sogenannte vitale Richtung eine Unmöglichkeit werden muß, — ein Zeitpunkt, dessen nahes Eintreffen unschwer vorauszusagen ist, — den Respirationsproceß seinem Wesen nach ausschließlich als denjenigen Theil des gesammten, anbildenden und rückbildenden, Stoffwechsels bezeichnen müssen, durch welchen die thierische Wärme vermittelt, und der, wenigstens bei den höheren Thieren, durch ein eigenes Organ eingeleitet und beschlossen wird.

Weitere Functionen, als die oben erörterten, können wir der Respiration nicht zugestehen, obschon man unter Anderem, im Alterthume wie in der Neuzeit, vielfach bemüht war, gewisse specifische Beziehungen zwischen dem Athmen und den Zuständen des Nervensystemes aufzufinden. Das Athmen übt aber auf die Nervenmoleküle keine andere Wirkung aus, als auf die Moleküle der übrigen Organe und histologischen Systeme überhaupt, d. h. einzig und allein die Vermittelung der gasförmigen Ausscheidungen und Anbildungen derselben. Es ist die Respiration wesentlich und ausschließlich eine sogenannte vegetative Verrichtung, und wir werden keiner Erscheinung begegnen, welche dieser Ansicht widerspricht, die zudem in neuester Zeit immer mehr und überzeugend geltend gemacht worden ist.

Das Athmen ist in der organischen Welt eine ganz allgemeine Erscheinung, mag dieselbe auch bei den Pflanzen und den niedersten Thieren, an kein besonderes Organ gebunden sein. Bei der großen Mehrzahl der Thiere ist aber zur Vermittelung der Respiration ein eigenthümlicher Apparat vorhanden, ohne daß jedoch bei denselben die Ausscheidung und zum Theil auch die Aufnahme von Gasen vermittelst der allgemeinen Bedeckungen gänzlich aufhört,

indem die vergleichende Physiologie selbst noch bei den mit vollständiger Lungenrespiration versehenen höheren Thieren ein Analogon der in der niederen Thierwelt, ja sogar noch in der Classe der Amphibien so wirksamen sogenannten Hautrespiration nachweis't.

Der physikalische Proceß der Respiration zeigt bedeutende Unterschiede, je nachdem die Thiere in einem elastisch-flüssigen oder tropfbar-flüssigen Medium respiriren. Das Letztere ist der Fall bei der großen Mehrzahl der im Wasser lebenden Thiere. Das die Respirationsorgane (Kiemen) derselben durchströmende Blut tritt erstens mit dem Wasser in exosmotische Verhältnisse, und zweitens findet zwischen der in dem Wasser gelös'ten atmosphärischen Luft und den im Blut enthaltenen, die Capillaren des Respirationsorganes durchströmenden, Gasen ein gegenseitiger Austausch Statt. Analog sind die Verhältnisse der Respiration des Säugethierfötus, welcher ebenfalls in einem tropfbar-flüssigen Medium, nämlich in dem Blute der Mutter, vermittelst der Capillaren der Nabelgefäße athmet. Anders gestaltet sich die Respiration bei den in der Luft athmenden Thieren, bei welchen der Gasaustausch einerseits durch eine elastische Flüssigkeit, die Atmosphäre, andererseits durch das tropfbare Fluidum des Blutes vermittelt wird. Die Tracheen (bei den Insecten und Tracheenspinnen), in welchen, wie Cuvier sich ausdrückt, die Luft gleichsam das Blut aufsucht, weisen recht augenfällig darauf hin, daß der Athmungsproceß in der That im ganzen Organismus vor sich geht, eine Wahrheit, die bei den Thieren, welche concentrirtere Athmungsorgane (Kiemen oder Lungen) haben, bei welchen das Blut gewissermaßen die Luft aufsucht, erst nach vielfachen, aus der Schwierigkeit des Gegenstandes resultirenden Irrthümern erkannt werden konnte. Die comparative Anatomie verschafft uns auch beim Studium der Respiration die wesentlichsten Aufklärungen, und verhütet, indem sie die unendliche Mannichfaltigkeit der Bildung der Athmungsorgane, sowie die vielfach verschiedenen Beziehungen der letzteren zu dem Gefäßsysteme vom allgemeinen Standpunkte aus auffaßt, viele Irrthümer, welche hinsichtlich des Athmungsprocesses durch eine ausschließliche Betrachtung der Verhältnisse beim Menschen leicht entstehen können und in der That auch nicht selten entstanden sind. Doch können wir auf die anatomischen Thatsachen nicht näher eingehen und dürfen nur das berühren, was mit den physiologischen Fragen in unmittelbarem Zusammenhange steht.

Mechanismus der Respiration.

Die Lungen der Säugethiere und des Menschen stellen baumförmig verzweigte, mit blinden Endbläschen versehene Einstülpungen dar. Die feinsten Verzweigungen derselben hängen, was charakteristisch ist für die Säugethierlunge, nicht mit einander durch seitliche Communicationen zusammen, obschon dieses mehrfach, in neuester Zeit wieder von Bourgery, behauptet worden ist. Bei dem interlobulären Emphyseme Laennec's jedoch, welches in Rarefaction und theilweisem Schwunde des Lungengewebes besteht, zeigen die Lungenzellen allerdings seitliche Communicationen, und stellen, entfernt analog den Lungen der niederen Wirbelthiere, ein spongiöses Gewebe dar. Die Säugethierlunge mit ihren Terminalbläschen von 0,045 bis 0,180 Millimeter Durchmesser stellt, weil dadurch die größte athmende Oberfläche auf dem kleinsten Raume realisirt ist, das vollendetste Respirationsorgan dar, das in dem Thierreiche uns entgegentritt.

Die Angaben der Schriftsteller über die Capacität der Lungen erwachsener Menschen von mittlerer Größe sind sehr widersprechend. Jedenfalls

ist es unbestreitbar, daß die Räumlichkeit der Lungen bei verschiedenen Menschen sehr bedeutende Variationen darbietet, worauf schon die einfache Vergleichung des Thorax bei einer Reihe von Menschen hindeutet, obschon Hutchinson die Behauptung aufstellt, daß fast gar keine Beziehung zwischen der Capacität der Lungen und der äußeren Entwickelung des Thorax existire. Derselbe Forscher sucht darzuthun, daß die Capacität der Lungen bei gesunden Menschen in demselben Verhältnisse größer wird, als deren Körperhöhe zunimmt. Bei 14 fünf englische Schuh hohen Menschen beobachtete er nämlich als mittlere Respirationsgröße [1]) 2214 Cubikcentimeter [2]), während bei 68, die über 6 Schuh groß waren, dieselbe 4264 Cubikcentimeter im Mittel betrug. Als allgemeines, aus einer großen Zahl von, an 5 bis 6 Schuh großen Menschen gemachten Beobachtungen sich ergebendes Gesetz fand er, daß mit Zunahme von je 1 Zoll Körpergröße die Lungencapacität um 131 Cubikcentimeter steigt. In verschiedenen Krankheiten der Lungen muß die Capacität derselben nothwendig abnehmen. Sehr gemindert ist nach Hutchinson die Luftcapacität der Lungen bei der Phthisis. Er fand bei einem Individuum, dessen Lungen im gesunden Zustande, nach der Körperhöhe zu schließen, 3608 Cubikcentimeter Luft hätten fassen sollen, im ersten Stadium der Krankheit 1753 Cubikcentimeter; ein zweites Individuum hatte, im vorgerückteren Stadium, statt 4101 Cubikcentimeter nur eine Capacität von 758 Cubikcentimeter, eine Angabe, welche man durchaus nicht übertrieben finden wird, wenn man die ungeheuren Zerstörungen und Verödungen des Gewebes bedenkt, welche die pathologische Anatomie bei der Lungenschwindsucht nachweis't.

Die verschiedenen Methoden, welche man zur Bestimmung der Capacität der Lungen angewandt hat, führen sämmtlich nur zu annähernd wahren Resultaten. Durch Unterbindung des Kehlkopfes und Oeffnung der aus dem Thorax genommenen, unverletzten Lungen unter Wasser erhielt Goodwyn bei 4 eines natürlichen Todes, also nach der Ausathmung, gestorbenen Individuen 1476, 1673, 1968 und 2050 Cubikcentimeter Luft. In den Lungen von 3 Erhenkten, die vor dem Tode sehr inspiriren sollen, fand er 3861, 4100 und 4297 Cubikcentimeter Luft. Ich athme im Mittel aus vielen Beobachtungen, nach einer normalen Inspiration, durch eine möglichst starke Exspiration 1800 Cubikcentimeter [3]) aus, so daß ich, da die Respirationsorgane nicht ganz entleert werden können, die Füllung meiner Lungen im ruhigen Zustande auf wenigstens 2400 Cubikcentimeter anschlagen muß. Bostock konnte durch die angestrengteste Exspiration 2788, H. Davy 3132, Jürine 4356 Cubikcentimeter Luft austreiben. Valentin beobachtete bei 6 Individuen

---

[1]) Was darunter verstanden wird, ist aus der Uebersetzung nicht ganz deutlich. Ich vermuthe, daß es das durch eine möglichst starke Exspiration hervorgestoßene Luftvolum ist.

[2]) Zur besseren Vergleichung der in sehr verschiedenen Maaßen ausgedrückten Angaben der Autoren habe ich hier und im Verlaufe der Abhandlung sämmtliche Daten auf das metrische Maaß, das bei wissenschaftlichen Untersuchungen ausschließlich angewandt werden sollte, reducirt, wobei der englische Cubikzoll zu 16,4, der rheinische zu 17,9 und der pariser zu 19,8 Cubikcentimeter angenommen wurde. Ueber die Temperatur und Pression der Luftvolumina fehlen freilich häufig die Angaben; wir dürfen jedoch wohl im Allgemeinen das in unserem Klima vorkommende Temperatur- und Barometermittel annehmen.

[3]) Diese, sowie sämmtliche später aufzuführenden, meine eigenen Versuche betreffenden Gasvolumina sind auf + 37° C., als die mittlere Körperwärme, und auf den Barometerstand von 336 pariser Linien reducirt, was hiermit ein- für allemal bemerkt wird.

durchschnittlich 2773 Cubikcentimeter; im Minimum 1936, im Maximum aber 3651 Cubikcentimeter. Nach Herbst können Erwachsene nach starkem Ausathmen 2506 bis 3222, sehr wenige höchstens 4367 Cubikcentimeter Luft einathmen. Die Versuche an Lebenden können nur dann Resultate, von wenigstens relativem Werthe, darbieten, wenn man nach vollständigster Exspiration inspirirt und sodann eine möglichst starke Exspiration folgen läßt. Derartige vergleichende Versuche, mit beständiger Rücksicht auf die Körpergröße und die verschiedenen Dimensionen des Thorax, sowie auch mit Berücksichtigung der verschiedenen Lebensalter und pathologischen Zustände sind gegenwärtig ein dringendes Bedürfniß.

Von größter Wichtigkeit, und zwar ziemlich allgemein in der Thierwelt, sind gewisse Mechanismen, die Athembewegungen, durch welche der Contact des Blutes mit dem zur Respiration dienenden Medium vermittelt wird. Bei den höheren, warmblütigen Wirbelthieren sind dieselben am vollendetsten.

Die Brustwand ist im normalen Zustande luftdicht geschlossen. Die Rippen articuliren beweglich mit der Wirbelsäule, so daß die Brusthöhle einer Erweiterung fähig ist. Da die Pleurahöhle leer ist, indem das Visceralblatt des Brustfells dicht an dem Parietalblatte anliegt, so folgen die Lungen der Erweiterung des Thorax nach, indem die in ihnen enthaltene Luft sich ausdehnt, so daß die in den größeren Luftwegen und außerhalb des Körpers befindliche Luft, deren Dichtigkeit größer ist, in einer, der Erweiterung des Thorax entsprechenden Quantität nachfolgt und in die feineren Verästelungen der Lungen eintritt. Man hat deßhalb das Einathmen mit der Aspiration, mit der Wirkung einer Saugpumpe verglichen. Beide Momente, die Erweiterung der Lungen und ihre stärkere Füllung mit Luft erfolgen gleichzeitig; eine bedeutende Luftverdünnung in den Lungen ist keinen Augenblick hindurch möglich, da einerseits die Atmosphäre in die Lungen nachströmt, und anderntheils die Unterleibsorgane, besonders aber die Darmgase dem Zwerchfelle einen solchen Widerstand entgegensetzen, daß letzteres, wenn es nicht vom Drucke der in die sich ausdehnenden Lungenzellen einströmenden Luft unterstützt wird, sich nicht nach abwärts bewegen kann. Beim Schließen des Mundes und der Nase sind wir wegen des erwähnten Widerstandes der Unterleibscontenta nicht im Stande, durch Contraction des Zwerchfells den Brustraum zu erweitern, und so die in den Lungen enthaltene Luft zu verdünnen. In Folge der Ausdehnung der Lungenbläschen durch die Luft werden die Windungen der Lungencapillaren geringer, und der Contact des Blutes mit der Luft vergrößert. Ferner muß auch das Blut alsdann mit größerer Leichtigkeit durch die Haargefäße der Lungen strömen können, sowie dadurch auch eine größere Füllung der Lungencapillaren mit Blut möglich ist, wodurch eine Aspiration auf die übrige Blutmasse entsteht, die, wie Mendelsohn zu zeigen gesucht hat, den gesammten Einfluß der Athmungsbewegungen auf die Blutcirculation erklärt.

Nach einer kurzen Pause beginnt die, der Inspiration entgegengesetzte Bewegung, das Ausathmen, indem die Brusthöhle sich nach allen Dimensionen verengt, und der Druck, welcher dadurch auf die in den Lungen enthaltene Luft ausgeübt wird, die letztere nöthigt, einen Ausweg zu suchen, und in einem, der Verengung des Thorax adäquaten Volumverhältniß aus den Respirationsorganen zu treten.

Der hermetische Verschluß der Brustwand ist eine nothwendige Bedingung der geregelten Athembewegungen. Wird bei lebenden Säugethieren der Thorax eröffnet, so sinkt, wie dies bei penetrirenden Brustwunden der Fall ist, der entsprechende Lungenflügel, wegen der durch die Wunde einströmenden

und den Pleurasack anfüllenden Luft zusammen. Dabei wird die Lunge oft so stark comprimirt, daß mit derselben nicht mehr geathmet werden kann. Bei jeder Inspiration muß alsdann, in Folge der Vergrößerung des Brustraumes, Luft durch die Wände in den Pleurasack ein-, und bei der nachfolgenden Exspiration wieder austreten, was unter einem zischenden Geräusche geschieht. In manchen Fällen tritt sogar, wenn die Wunde groß genug ist, ein Theil des Lungenflügels aus derselben hervor. Roux beobachtete, wie Laennec angiebt, in einem solchen Falle sogar eine Ausdehnung des vorgefallenen Theiles der Lunge während der Inspiration, ein Factum, welches übrigens durchaus nicht für eine active Erweiterung der Lunge während des Einathmens spricht, und das auf rein mechanische Weise erklärt werden muß. Die von verschiedenen Chirurgen bekannt gemachten Fälle, bei denen, trotz der die Brustwand penetrirenden großen Wunden, die Lunge nicht zusammenfiel, können nicht anders erklärt werden, als durch schon vorher bestandene, in Folge von exsudativer Pleuritis gebildete, Adhäsionen der Lunge an die Brustwand. Wegen der verlorenen Elasticität und in Folge der starken Resistenz des Lungengewebes sinken beim interlobulären Lungenemphyseme, nach der Eröffnung der Brustwand des Cadavers, die Lungen, wenn ihre Oberfläche auch dem unmittelbaren Drucke der Atmosphäre ausgesetzt ist, nicht zusammen.

Bei den Thieren, die keine wahren Rippen haben, oder bei welchen, wie bei den Schildkröten, die Rippen zu einem unbeweglichen Ganzen unter einander verschmolzen sind, kann die Ventilation natürlich nicht vom Thorax bewerkstelligt werden. Die Respirationsbewegungen werden hier durch die Kiefer-, Zungenbein- und Kehlbewegungen vermittelt. Durch sehr schnelles Anziehen und Ausstoßen der Luft mittelst der Nasenflügel, oder vermöge der Bewegungen des Unterkiefers kann auch der Mensch, wenn sein Thorax nach vollführter tiefster Exspiration mittelst Riemen eingezwängt und das Spiel der Bauchmuskeln durch angebrachten Druck vollständig gehemmt ist, wenigstens auf kurze Zeit die Ventilation, freilich in sehr unvollkommener Weise, unterhalten.

Eine sehr wichtige Bedingung des Ein- und Ausströmens der Luft ist die Elasticität des Lungengewebes, worauf in neuester Zeit namentlich Henle hingewiesen hat. Im gesunden Zustande sind die Wandungen der Bronchien bis hinab in die feinsten Lungenzellen elastisch und dabei zugleich gehörig resistent, so daß ein, die Kraft der stärksten Inspiration weit übertreffender Luftstoß nöthig ist, um dieselbe zur Zerreißung zu bringen. An den Rändern der Lungenlappen, wo natürlich der einströmenden Luft der mindeste Widerstand entgegengesetzt wird, geben die Lungenzellen der auf sie wirkenden Gewalt auch am leichtesten nach. Die Schleimhaut, vor Allem aber die, schon durch Malpighi an den stärkeren Bronchienzweigen erkannten, namentlich aber durch Reißeisen, Arnold und Henle bis in die feinen Verzweigungen verfolgten, contractilen Fasern kommen hier besonders in Betrachtung. Die Existenz derselben ist an verschiedenen Abschnitten des Bronchialbaumes von Varnier, Krimer, Wedemeyer, Czermak, Longet und Valentin mittelst reizender, auf die Bronchialwände oder den Stamm des Vagus wirkenden und Contractionen der Bronchien in der Längs- und Querrichtung veranlassenden Agentien bewiesen worden.

Die Entzündung der Bronchienröhren, mit nachfolgender Rigidität, Paralyse und Erweiterung des Lumens derselben, sowie das dieser Krankheit theilweise entsprechende vesiculäre Lungenemphysem, welches eine durch die Verdünnung und dadurch gesetzte Nachgiebigkeit der Wandungen der Lungenzellen veranlaßte Erweiterung der letzteren ist, bedingen mannichfaltige Anomalien in

der Ventilation der Respirationsorgane. Noch größere Schwierigkeiten für die Circulation der Luft bietet aber das interlobuläre Lungenemphysem, welches, wegen der mit ihm verbundenen Unnachgiebigkeit des Lungengewebes eine gehörige Erweiterung und Verkleinerung des Thorax gar nicht möglich macht, so daß solche Kranken, wenn das Uebel zu einem hohen Grade gediehen ist, um mit Magendie zu sprechen, gleichsam nur leben, um zu athmen.

Aus der Elasticität der Luftröhre und des gesammten Bronchialbaumes darf man jedoch nicht schließen, daß die Lungen bei den Respirationsbewegungen eine active Rolle übernehmen, oder daß sie gar das primum movens der Ventilation sind. Die von früheren Physiologen, und selbst in neuerer Zeit von Rudolphi und Laennec angenommene, aber schon durch Haller völlig widerlegte, angebliche autokratische, aus eigener Kraft und unabhängig von der Brustwand geschehende Bewegung der Lungen beruht auf falschen oder falsch interpretirten Beobachtungen.

Außer den in den Lungen und am Thorax wirksamen elastischen Kräften ist beim Mechanismus der Respiration besonders auch die dem Darmkanal eigenthümliche, und zwar durch die in ihm enthaltenen Gase vermittelte Elasticität sehr zu beachten, ein Gegenstand, auf welchen Maissiat mit Recht aufmerksam gemacht hat. Der Intestinaltractus kann in der That, wie die Lungen, als eine mit Luft erfüllte Blase angesehen werden, welche, indem sie die Unterleibswände aus einander hält, die Respirationsbewegungen der Abdominalmuskeln möglich macht, und nicht nur die Configuration des Unterleibes, sondern consecutiv zum Theil auch die Gestalt des Brustkorbes bedingt. Der Intestinaltractus läßt, vermöge der Elasticität der in ihm enthaltenen Gase, das Herabsteigen des Zwerchfells zu, sowie bei nachlassendem Drucke von Seiten des letzteren die den Darmgasen eigene Elasticität das Diaphragma wieder aufwärts treibt, eine Bewegung, die nur bei kräftigem Athmen durch die Contraction der Bauchmuskeln unterstützt wird. Die Gase des Abdomen sind, wie die in den Lungen enthaltene Luft, in den verschiedenen Acten der Respirationsbewegung einem sehr verschiedenen Drucke ausgesetzt; sie sind gewissermaßen die Antagonisten des Zwerchfells, eine Ansicht, die auch die comparative Anatomie durch das fast vollständige Fehlen der Darmgase bei den Thieren ohne oder mit nur rudimentärem Zwerchfell, z. B. den Vögeln, nachweis't. Je nach dem Verhältnisse der Gasmenge in den Eingeweiden, der Resistenz in der Bauchwand und der angewandten Pression von Seiten des Zwerchfells gestaltet sich auch die respiratorische Bewegung der Bauchwandung verschieden; beim Pferde und beim Rindvieh ist sie im ruhigen Zustande kaum angedeutet.

Genaue, die Bewegungen des Brustkorbes nach seinen verschiedenen Dimensionen betreffende Messungen sind erst sehr wenige vorgenommen worden. Es versteht sich, daß beim ruhigen Athmen erst aus einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen Schlüsse gezogen werden können. Für extreme Fälle, d. h. für möglichst tiefe In- und Exspirationen, führen allerdings schon wenige Beobachtungen zu Resultaten. So fand Valentin, daß bei 7 Personen das Erweiterungsspiel zwischen der stärksten Ein- und Ausathmung im Niveau der Herzgrube $^1/_8$ bis $^1/_7$ des Thoraxumfanges betrug. Der Grad der Ausdehnungsfähigkeit des Thorax steht übrigens, wenn anders die denselben constituirenden knöchernen und musculösen Theile gesund sind, mit der Permeabilität der Lungen und mit dem Zustande der Pleurasäcke in genauem Zusammenhange. Je mehr ein Lungenflügel durch in der Pleurahöhle angesammelte Flüssigkeit oder Gase comprimirt wird, oder je bedeutender die Anzahl der mit krankhaften Producten irgend welcher Art erfüllten und deßhalb für die Luft unzugänglichen

Lungenbläschen ist, desto mehr nimmt auch die Größe der Thoraxbewegungen ab, eine Thatsache, welche für die Diagnostik von Werth ist, sowie sie auch auf die Mechanik der Athembewegungen Licht wirft. Sie bestätigt sich selbst in den Fällen, in welchen nur eine, verhältnißmäßig nicht einmal sehr große, Partie einer Lunge zur Respiration untauglich wird, indem alsdann der der kranken Localität entsprechende Theil der Brustwand sich weniger energisch hebt und senkt, als die übrigen Abschnitte des Thorax. Entsprechend dem größeren Umfange des rechten Lungenflügels ist bei der großen Mehrzahl der Menschen die Bewegung der rechten Thoraxseite etwas stärker als diejenige der linken Hälfte der Brustwand, mit welcher Thatsache wir ohne Zweifel das Vorwalten mancher Lungen- und Brustfellkrankheiten auf der rechten Seite in Verbindung zu bringen haben.

Die Athmungsfrequenz, d. h. die Zahl der Athembewegungen wird von den Schriftstellern für den normalen Zustand sehr verschieden angegeben, was zum Theil daher rührt, daß wir, sowie sich unsere Aufmerksamkeit darauf richtet, unwillkürlich häufiger, überhaupt nach einem, dem ruhigen Zustande nicht entsprechenden Rhythmus athmen. Ich glaube, durch unzählige Versuche es nach und nach dahin gebracht zu haben, diese Störung vermeiden zu können. Meine mittlere Respirationsfrequenz beträgt im Zustande der vollkommensten körperlichen Ruhe, beim Sitzen, und — was besonders wichtig ist — bei Vermeidung jedes, die Leichtigkeit der Respiration störenden Druckes der Kleidungsstücke in einer Minute $11^9/_{10}$, im Maximum 15, und im Minimum 9 Athemzüge. Die von der Mehrzahl der Autoren für den Zustand der comparativen Ruhe angegebene Athmungsfrequenz scheint mir zu hoch zu sein. Laennec zählte 12 bis 15, Menzies und Stark 14, Magendie 15, Allen und Pepys 19, Th. Thomson 19 bis 20, Coathupe 20, H. Davy sogar 26 Athemzüge in 1 Minute, Daten, mit denen sich die Resultate der Untersuchungen, welche über die, durch die Respiration gebildeten absoluten Kohlensäurequantitäten angestellt worden sind, nicht vereinigen lassen, wenn wir nicht das durch eine Exspiration ausgestoßene Luftvolum als sehr gering annehmen wollen.

Gorham verglich bei Kindern von 2 bis 4 Jahren die Respirationsfrequenz und fand im Mittel im Schlafe 24, beim Stehen 32 Athemzüge, während Guy bei Erwachsenen in liegender Lage 13, beim Sitzen 19, beim Stehen 22 Respirationen in 1 Minute erhielt. Derselbe giebt an [1]), ein Instrument erfunden zu haben, welches während eines beträchtlichen Zeitraumes die Zahl der Athemzüge aufzeichnet, ohne daß dabei irgend eine Aufmerksamkeit von Seiten des Experimentirenden erfordert würde. Quetelet [2]) theilte die Resultate der von ihm an 300 Personen verschiedenen Alters über die Respirationsfrequenz angestellten Beobachtungen in folgender Uebersicht mit:

Alter.	Athemzüge in 1 Minute.		
	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Neugeborene	70	23	44
5 Jahre	32	—	26
15—20 »	24	16	20
20—25 »	24	14	18,7
25—30 »	21	15	16
30—50 »	23	11	18,1

[1]) Schmidt's Jahrbücher, 1842, 36ster Band, S. 286.

[2]) Ueber den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten, übers. von Riecke, Stuttg. 1838.

Die Zahl der Athemzüge variirt bei verschiedenen Personen, selbst in gesundem Zustande und unter sonst gleichen äußeren Bedingungen, in hohem Grade. Bei der Betrachtung der chemischen Seite des Respirationsprocesses werden wir noch mancherlei Einflüsse kennen lernen, welche auf die Respirationsfrequenz wirken.

Das Maximum von Athemzügen, das mir in einer Minute möglich ist, beträgt 120 bis 130; steigere ich die Zahl derselben noch weiter, so geschieht es auf Kosten der Größe der Athembewegungen. In Krankheiten kann die Athmungsfrequenz Erwachsener über 60 Respirationen in einer Minute betragen. Im Allgemeinen erleidet die Annahme, daß die Zahl der Athemzüge bei Krankheiten des Respirationsapparates nach der Größe der athmenden Fläche sich richtet, vielfache Ausnahmen; es giebt nämlich sehr viele Momente, vor Allem die Schnelligkeit der Entstehung der Krankheit, sowie die Blutbeschaffenheit, welche hier vorzüglich maßgebend sind. Fälle von sehr starken, langsam entstandenen Eiteransammlungen in einer oder selbst in beiden Brusthöhlen, mit bedeutender Compression der Lungen, ohne daß die Patienten auffallende Athembeschwerden verspüren, sind keine Seltenheiten.

Die Zahl der Respirationsbewegungen ist in der Thierwelt sehr verschieden. Unregelmäßig erfolgt das Oeffnen und Schließen des Athemloches bei den Schnecken; einige, von Sorg beobachtete Insecten (Larven und ausgebildete Thiere) athmeten 20 bis 50mal in der Minute. Die mit der Kehle vollführten Athmungsbewegungen des Frosches betragen 40 bis 100, dagegen bewegt er die Nasenlöcher viel seltener. Fische bewegen die Kiemendeckel 25 bis 30, selbst 40 mal; die Vögel machen 20 bis 30, kleinere bis 50 Athemzüge. Der Igel respirirt 7mal in einer Minute, das Pferd und Rind 8mal, das Schaaf und die Ziege 10mal, die Katze und der Hund bis 24mal. Wale machen in derselben Zeit 4 bis 5 Athembewegungen, können aber eine Viertelstunde und länger unter Wasser verweilen.

Die Dauer der Ein- und Ausathmung, sowie der zwischen beiden Acten liegenden Pause begründet mannichfaltige Differenzen in der Rhythmik der Athembewegungen. Wegen des störenden Einflusses der Aufmerksamkeit sind jedoch diese Verhältnisse beim normalen Athmen schwer zu würdigen. Im Allgemeinen kommen die Beobachter (Stark, Theile, Walshe) darin überein, daß die Inspiration etwas länger als die Exspiration dauert, daß die Pause zwischen Ein- und Ausathmung am kürzesten ist und selbst zwischen der Exspiration und dem nächstfolgenden Einathmen fehlt, welcher letzteren Behauptung jedoch schwerlich beizustimmen ist. Viel markirter sind aber diese Verhältnisse in manchen pathologischen Fällen; so ist z. B. die Inspiration sehr kurz bei der Entzündung des Zwerchmuskels, oder der serösen Ueberzüge desselben, weil der Kranke sich die damit verbundenen Schmerzen möglichst zu ersparen sucht. Man hat übrigens die Zahl der in einer bestimmten Zeit vollführten Athemzüge wohl zu unterscheiden von der Schnelligkeit, mit welcher die Athembewegungen ausgeführt werden, da beide Momente nicht immer mit einander verbunden sind.

Noch abweichender als über die Frequenz der Athembewegungen sind die Angaben hinsichtlich der Größe der Athemzüge, d. h. der Quantität der jedesmal ein- und ausgeathmeten Luft. Durch vielfache Uebung war ich dahin gelangt, ohne die geringste Athembeschwerde, sowie ohne merkliche Vergrößerung der Thoraxbewegungen, in einem mit Kochsalzlösung gefüllten Ballon zu exspiriren, wobei ich im Mittel für den Zustand der vollkommensten Ruhe ein Exspirationsvolum von 507 C. C., und als Mittel der 5 höchsten Werthe 699,

53*

sowie als Mittel der 5 niedersten 177 C. C. erhielt. Ich bin jedoch nur von mittlerer Größe und habe keinen besonders geräumigen Thorax. In Folgendem stelle ich einige Angaben anderer Forscher zusammen. Das durch eine Exspiration ausgeschiedene Luftvolum beträgt nach Abilgaard 53 bis 107 C. C., nach Keutsch 107 bis 214; Davy giebt an 213, Lavoisier und Seguin 233, Coathupe 262, Allen und Pepys 262 bis 278, Herbst 317 bis 356 (für Jüngere), 396 bis 495 (für Erwachsene), Enschut 418, Fontana 573, Bostock, Corrigan, Valentin 656, Manzies 715, Sennebier 792.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das mittelst einer Ausathmung exspirirte Luftvolum zu der in den Lungen überhaupt befindlichen Luftmenge im gesunden, ruhigen Zustande bei erwachsenen Personen in einem ziemlich constanten Verhältnisse steht, welches sich nach den Beobachtungen, die ich an mir angestellt habe, durch die Proportion 1 : 4,75 ausdrücken läßt.

Die zum Theil in etwas confusen Ausdrücken mitgetheilten Resultate der von Bourgery über die Lungencapacität an 70 Personen angestellten Versuche mögen endlich hier noch kurz erwähnt werden. Das einzige Mittel, dieselben zu beurtheilen, sind wiederholte Versuche. Nach Bourgery übertrifft das Volum der von Männern ein- und ausgeathmeten Luft dasjenige der Frauen gleichen Alters um das Doppelte. Die größte absolute Lungencapacität zeigen beide Geschlechter im 30sten Jahre, wo der Mann bei möglichst angestrengter Respiration 2500 bis 4300 C. C., das Weib 1100 bis 2200 C. C. ausathmet, während 15jährige Knaben 2000, 80jährige Greise 1350 C. C. exhaliren. Ferner sollen die zu den gewöhnlichen Athemzügen nöthigen Luftvolumina in der Art mit zunehmendem Alter wachsen, daß sie sich in dem Alter von 7, 15, 30 und 80 Jahren durch die geometrische Reihe 1, 2, 4, 8 ausdrücken lassen (??), woraus sich ergiebt, daß das Verhältniß der gewöhnlichen zur möglichst starken Exspiration mit zunehmendem Alter bedeutend abnimmt. Die Zunahme des durch eine normale Exspiration ausgestoßenen Luftvolums im hohen Alter erklärt Bourgery durch die bei Greisen stattfindende Blutarmuth der Lungen.

Je nach dem Vorwiegen der verschiedenen, die Athembewegungen vollführenden Muskelgruppen unterscheidet man das Bauchathmen, das Athmen mit den unteren (der 7ten bis 12ten) und dasjenige vermittelst der oberen Rippen. Das Abdominalathmen ist nach Beau und Maissiat für die Kindheit und zwar ohne Unterschied des Geschlechtes; das Athmen mit den unteren Rippen in Verbindung mit dem abdominalen kommt den Männern, das mit den oberen Rippen den Weibern zu; die zwei erstgenannten Arten sind unseren Haussäugethieren eigenthümlich.

Der Kraft, mit welcher sich die Athmungsmuskeln contrahiren, entsprechen bei der Ventilation des Respirationsapparates gewisse, numerisch zu bestimmende und mit anderen Kräften vergleichbare Druckgrößen. Valentin[1]) stellte hierüber mit einem Manometer (Pneumatometer) eine Reihe von Experimenten an, und fand bei erwachsenen Menschen, daß bei vollkommen ruhigem Athmen der In- und Exspirationsdruck für jeden dieser beiden Acte 4 bis 10 Millimeter Quecksilber beträgt, und daß er bei angestrengter Respiration auf 10 bis 20 und selbst bis auf 40 Millimeter steigt. Nach Mendelsohn kann der Exspirationsdruck bis auf 1/7 Atmosphärendruck gesteigert werden, und Valentin giebt für möglichst tiefe Inspirationen im Mittel 144,3, für möglichst kräftige Exspirationen sogar 204 Millimeter Quecksilberdruck an.

---

[1]) Physiologie §. 413, woselbst die nähere Beschreibung des Apparates mitgetheilt ist.

Selbst bei ruhigem Athmen zeigte, nach letzterem Forscher, dasselbe Individuum an seinen verschiedenen Athemzügen Differenzen von 5 bis 10 Millimeter und darüber. Bei den mit zugehaltener Nase durch den Mund vollführten In- und Exspirationen erhielt Valentin im Mittel den Werth von 6,45 Millimeter Quecksilberdruck; wurde die Inspiration durch die Nase, die Exspiration durch den Mund vollführt, so ergaben sich als Durchschnittswerth für die Ausathmung 10,6 Millimeter Quecksilberhöhe, während dieselbe bei, durch die Nase vollführten Inspirationen und durch Mund und Nase gleichzeitig geschehenden Ausathmungen im Mittel bloß die Hälfte des oben angeführten Werthes betrug. Valentin's Versuchen zufolge (diejenigen mit möglichst angestrengtem Athmen ausgenommen) entspricht der Inspiration eine etwas stärkere Druckkraft als der Exspiration, welchem Ergebnisse Mendelsohn mit der Angabe widerspricht, daß das Maximum der Druckkraft bei der Exspiration das Maximum des Aspirationszuges bei der Einathmung um 1 Zoll Quecksilberhöhe übertreffe. Auch führt derselbe zu Gunsten seiner Beobachtungen noch den Umstand an, daß, da die Stimmritze während der Inspiration weiter, bei der Exspiration aber enger wird, für letzteren Act mehr Kraft angewandt werden müsse, wenn in beiden Fällen gleiche Luftquantitäten in derselben Zeit die Stimmritze passiren sollen. Auch Hutchinson giebt an, daß die Exspirationskraft in der Regel um $\frac{1}{3}$ größer sei, als die Inspirationskraft.

Das Durchströmen der Luft durch die Trachea und die Bronchialverzweigungen, sowie das Eindringen derselben in die Lungenzellen ist von einem, beim Auflegen des Ohres an die betreffenden Theile wahrnehmbaren, durch die Reibung der Luft an den Wandungen der Luftwege verursachten Tone begleitet, welcher in den weiteren Kanälen rauh und stärker vernehmbar ist, in den Lungenzellen dagegen mit einem feinen Schlürfen verglichen werden kann. Das in den Lungenzellen entstehende Geräusch ist im jugendlichen Alter, überhaupt aber bei angestrengter Inspiration am stärksten. Sind flüssige Ansammlungen, z. B. Schleim, Blut u. s. w. in den Luftwegen enthalten, so verursacht das Durchströmen der Luft durch dieselben ein Rasseln, dessen Ton dem Lumen des betreffenden Bronchialzweiges, respective der Größe der durch die Flüssigkeit strömenden Luftblasen, entspricht. Für die Beurtheilung der Athmungsorgane in gesunden und kranken Verhältnissen ist die Untersuchung der, besonders durch pathische Zustände vielfach abgeänderten Athmungsgeräusche von der größten Wichtigkeit. —

Bei den Athembewegungen ist eine große Anzahl von Muskeln betheiligt. Hinsichtlich der denselben zugeschriebenen Wirkungsweise ist zu bedenken, daß es nicht sowohl darauf ankommt, zu untersuchen, ob einem Muskel vermöge seiner Fixationspunkte und des Laufes seiner Faserung eine gewisse Wirkung möglich ist, sondern daß man, unter beständiger Berücksichtigung des gesammten respiratorischen Muskelapparates, die Frage zu lösen hat, ob die supponirte Function in der That, vermöge der Verhältnisse der übrigen Muskelkräfte, in Wirksamkeit treten kann. Die isolirte Betrachtung eines einzelnen Muskels kann hier viele Fehler veranlassen, weßhalb wir uns über die hier stattfindenden zahllosen Widersprüche der Anatomen nicht zu wundern brauchen. Die Respirationsbewegungen sind sehr complexe Vorgänge; sie stellen besonders deßhalb, weil die mechanischen Verhältnisse selbst während jedes Zeitmomentes einer Athembewegung verschieden, und die mittleren Wirkungen der Muskelgruppen, d. h. die Resultirenden so vieler, zugleich nach fast allen Richtungen wirkenden Kräfte, so unsicher zu bemessen sind, das schwierigste Kapitel in dem Gesammtgebiete der Mechanik der Bewegungswerkzeuge dar. In Fol-

gendem erwähne ich bloß der Athmungsbewegungen der einzelnen Körperpartien, ohne auf die Wirkungsweise jedes einzelnen Muskels einzugehen, hinsichtlich welcher auf die Handbücher der Anatomie verwiesen wird. Im Allgemeinen sei nur erwähnt, daß die Athmungsmuskeln (vor allen diejenigen der Inspiration) auch insofern in verschiedener Weise functioniren, als die einen unmittelbar zu den Räumlichkeitsveränderungen der Brusthöhle beitragen, während die anderen nur dazu dienen, um die Contraction der ersteren zu erleichtern oder möglich zu machen. Valentin bezeichnet diese letzteren, mehr indirect wirkenden, als Fixatoren. Nach Beau und Maissiat ist, der gewöhnlichen Annahme zuwider, die Zahl der Exspiratoren größer, als die der Inspiratoren. Sie suchen ihre Behauptung unter Anderem dadurch zu begründen, daß zwar für die gewöhnliche Exspiration im Verhältnisse zur normalen Inspiration allerdings geringe Muskelkräfte erforderlich seien, da die Elasticität des gesammten Apparates bei der Ausathmung eine active Rolle übernimmt; daß aber die angestrengteste Exspiration, die sich, wie wir sehen werden, mit vielen anderen Verrichtungen des Organismus combinirt, allerdings einen größeren Kraftaufwand nöthig macht, als die stärkste Inspiration.

Man hat mehre, dem jeweiligen Athmungsbedürfniß entsprechende Grade von Respirationsbewegungen zu unterscheiden. Die stärkeren Grade zeichnen sich vor den schwächeren sowohl durch energischere Contractionen der Muskeln und dadurch bedingte größere Bewegungen, als auch noch dadurch wesentlich aus, daß gewisse Muskelgruppen, die beim ruhigen Athmen gar nicht interessirt sind, mitwirken.

Im Antlitze, welches sich bei vollkommen ruhiger Respiration passiv verhält, bemerkt man bei angestrengtem Athmen ein abwechselndes Heben und Sinken der Nasenflügel, ja selbst in Folge der Wirkungen gewisser Gesichtsmuskeln eine eigenthümliche, der angstvollen nahe stehende Physiognomie. Behufs besserer Ventilation wird auch der Mund weit geöffnet. Die Einathmungsbewegungen wurden von den Antlitzmuskeln noch in höherem Grade, als selbst bei der angestrengtesten Respiration gemacht, wenn Fodera Kaninchen die Trachea unterbunden und so das Spiel der Thoraxmuskeln verhindert hatte. Gleichzeitige Strömung der Luft durch Mund und Nase findet, wenigstens beim ruhigen Athmen, nicht Statt; bei angestrengter Respiration sind dieselben jedoch möglich. Der Luftstrom durch die Nase ist der gewöhnliche, und nur bei Verstopfung der Nasenhöhlen muß durch den Mund respirirt werden, was auch während des Sprechens, Singens u. s. w. der Fall ist, worin zum Theil das Beschwerliche dieser Verrichtungen, wenn sie längere Zeit fortgesetzt werden, liegt, da im Munde durch die alsdann stattfindende rasche Verdunstung auf der Schleimhaut desselben ein unangenehmes Gefühl von Trockenheit entsteht. Wird im Schlafe, bei verstopfter Nase, durch den Mund geathmet, so geräth das Gaumensegel in eigenthümliche Vibrationen; das dadurch entstehende Geräusch wird Schnarchen genannt. Eine andere Entstehungsweise des Schnarchens ist, nach Dzondi, wenn beim Schlafen in der Rückenlage der erschlaffte weiche Gaumen sammt der Uvula sich gegen die hintere Pharynxwand wendet und beim Vorbeiströmen der von der Nase kommenden Luft in Vibrationen geräth. Rudolphi[1]) und Otto[2]) erzählen Fälle, bei welchen in Folge inveterirter Syphilis die Choanen gänzlich verschlossen waren, so daß die Ventilation allein durch den

---

[1]) Physiologie §. 293. [2]) Pathol. Anat. S. 203.

Mund geschehen mußte. Beim Athmen durch die Nase bleibt der Gaumenvorhang unbeweglich; beim tiefen Ein- und Ausathmen durch den Mund allein wird der Gaumenvorhang aber nach oben und hinten gezogen, so daß die Choanen fast abgeschlossen werden. Der Gaumenvorhang verharrt alsdann, während durch den Thorax die Respirationsbewegungen vollführt werden, entweder in der erwähnten Lage, oder er kann auch unwillkürlich, oder dem Willen, jedoch nur unvollkommen folgend, bei den Exspirationen etwas abwärts und nach vorn, und bei den Inspirationen wieder aufwärts und nach hinten steigen, wobei die Uvula in unregelmäßige Bewegungen geräth. Bei den stärksten Athembewegungen bewegt sich endlich auch die Zunge, indem sich ihre Wurzel während der Inspiration etwas zurückzieht und bei der Exspiration wieder auf- und vorwärts steigt.

Der Kehlkopf tritt bei der Inspiration etwas herab, während der Kehldeckel sich aufwärts richtet und die Stimmritze sich erweitert, wie zuerst Legallois gezeigt hat. Bei der Ausathmung geht der Kehlkopf dagegen wieder etwas aufwärts, indem sich zugleich die Stimmritze verengt. Die Vergrößerung des Längendurchmessers der Brusthöhle erfolgt einmal durch die Contraction des die Eingeweide nach unten und vorn treibenden Zwerchfells, welches beim ruhigen Athmen fast ausschließlich und beinahe ohne Concurrenz der übrigen Athmungsmuskeln thätig ist, und zweitens durch Erweiterung der Rippeninterstitien. Beau und Maissiat haben sich davon durch Bloßlegen der Rippen von Thieren überzeugt. Die Vergrößerung der Rippeninterstitien ist, den genannten Forschern zufolge, zwischen der sechsten und siebenten Rippe am beträchtlichsten, während sie nach auf- und abwärts wieder abnimmt. Während der Verlängerung des knöchernen Brustkorbes erfolgt zugleich eine Erweiterung desselben nach der Richtung von rechts nach links, mit der sich eine geringe Vergrößerung des Brustraumes von hinten nach vorn combinirt. Die Bewegungen in den beiden letztgenannten Richtungen sind im unteren Abschnitte des Brustkorbes absolut und relativ bedeutender als in der oberen Rippengegend. Das Lumen der Luftröhre und der Bronchialverzweigungen nimmt bei der Inspiration zu, bei der Exspiration ab und zwar, wie es scheint, in einem zu dem mittleren Lumen des Rohres umgekehrten Verhältnisse, so daß die feinsten Lungenzellen ihr Lumen durch die abwechselnde Füllung und Entleerung der Luft am meisten verändern.

Wir sind im Stande, jeden Augenblick sowohl während der Exspiration als Inspiration die Athembewegung zu unterbrechen und zum Stillstande zu bringen; die Stimmritze schließt sich alsdann sogleich und wird vom Kehldeckel bedeckt. Dadurch schützen wir uns z. B. vor dem Zutritte deleterer Gase in unser Athemorgan, oder hemmen mittelbar das Durchströmen einer übelriechenden Luft durch die Nase.

Während beim ruhigen Athmen die Thoraxbewegungen sehr schwach sind, bemerken wir bei heftiger Respiration energische und umfängliche Bewegungen des Brustkorbes; außerdem können wir, wenn das Athmungsbedürfniß den höchsten Grad erreicht hat, noch durch Streckung des Halses und Kopfes nach hinten, und durch Fixation der Schulterblätter und der oberen Extremitäten über eine weitere Anzahl von auf den Thorax wirkenden Muskeln verfügen und dadurch die Brusthöhle, namentlich in der weniger beweglichen oberen Rippengegend, noch mehr erweitern. Doch geschieht diese durch tiefe Inspirationen vermittelte Zufuhr von Luft auf Kosten der Schnelligkeit der Athmungsbewegungen.

Von der bedeutenden Wirkung der Respirationsmuskeln giebt die bei

rhachitischen Kindern nicht selten vorkommende Thoraxform einen sprechenden Beweis. Die stärkeren äußeren Respirationsmuskeln ziehen nämlich die unteren Rippen, wenn letztere in den der Rhachitis eigenthümlichen Erweichungsproceß eingehen, so, daß die untere Brustwand auf beiden Seiten nach und nach concav nach außen sich ausbiegt und das Brustbein consecutiv hervorgetrieben wird.

Tritt eine Lähmung irgend einer Gruppe von Respirationsmukeln ein, so macht sich dieses durch Veränderung der Athmungsbewegungen, sowie auch durch secundäre, nach und nach erfolgende Gestaltabweichungen des Thorax kenntlich. So z. B. nehmen bei hochbejahrten Personen, namentlich aus dem weiblichen Geschlechte, die Muskelkräfte oft dergestalt ab, daß in Folge von Lähmung der Zwischenrippenmuskeln die unteren Intercostalräume bedeutend vergrößert werden, wodurch eine eigenthümliche Form des paralytischen Thorax entsteht. Paralyse der Thoraxmuskeln, in Folge äußerster Schwäche, scheint, namentlich wenn sich krankhafte Zustände der Lungenschleimhaut damit verbinden, in Folge der behinderten Luftzufuhr und der Unmöglichkeit des Auswerfens der in den Lungen angesammelten pathischen Flüssigkeiten, wie Engel [1]) bemerkt, nicht selten Ursache des Todes zu sein. Die Paralyse des Zwerchmuskels ist, zufolge verschiedener an Thieren angestellten Experimente, der von Früheren gehegten Ansicht entgegen, nicht tödtlich. Diemerbroek fand sogar bei einem Kinde, das 7 Jahre gelebt hatte, einen totalen Mangel des Zwerchfells.

Die Athmungsbewegungen zeigen mancherlei, theils in gesunden, theils in kranken Zuständen vorkommende Modificationen, die entweder in gewissen Zuständen der Respirationsorgane oder anderer Theile des Organismus begründet sind oder durch verschiedene psychische Stimmungen veranlaßt werden. Vom anatomischen Standpunkte aus werden sie durch ein momentanes Vorwalten der Energie der Ein- oder Ausathmungsmuskeln oder gewisser Gruppen derselben charakterisirt.

Zu den ersteren der genannten Modificationen des Athmungsmechanismus gehört 1) der Husten, welcher aus starken und schallenden Ausathmungen besteht. Ist es möglich, ohne Beschwerde vorher tief einzuathmen, so geschieht dieses in der Regel mittelst einer oder einiger absatzweise erfolgenden Inspirationen, da während des Hustens die Ventilation der Respirationsorgane gestört wird und die Individuen deßhalb instinctmäßig vorher eine größere Quantität Luft in die Lungen einziehen. Diese Art des Hustens unterscheidet sich von dem kurzen Husten (Hüsteln), welchem keine tiefe Inspiration vorhergeht und bei dem die Exspirationen schwach sind.

2) Bei dem Räuspern wird ein Luftstrom schnell und heftig mittelst einer oder einiger schnell auf einander folgenden Exspirationen durch die Kehle in den Pharynx getrieben, wodurch, sowie vermöge der in Folge des Luftstromes erregten Vibrationen der genannten Theile der daselbst angehäufte Schleim entfernt wird. Auch entsteht dasselbe öfters unwillkürlich in Folge von Reizen, welche die genannten Theile treffen, oder bei krankhaften Affectionen derselben, z. B. bei der Entzündung der Mandeln oder der Uvula.

3) Beim Gurgeln bringt man Flüssigkeiten mit den hinteren Mundpartien in Berührung und setzt, nach vorhergegangener tiefer Inspiration durch die Nase, vermöge schnell auf einander folgender kurzer Ausathmungen

[1]) Oesterr. med. Jahrb. 1844, S. 20.

durch die verengte Rachenöffnung der Mundhöhle, die im Hintermunde befindliche Flüssigkeit in Bewegung, wobei eigenthümliches Geräusch entsteht. Das Abfließen des Wassers in den Pharynx und in den Kehlkopf wird durch den von unten kommenden kräftigen Luftstrom verhindert.

4) Das Niesen besteht darin, daß in Folge von auf die Schleimhaut der Nase wirkenden Reizen, die zugleich eine bedeutende momentane Steigerung in der Secretion des Nasenschleimes veranlassen, tief und langsam eingeathmet wird, worauf eine starke und kurze Exspiration folgt, durch welche die Luft schnell und heftig durch die Nase getrieben wird und die einen Theil des daselbst angehäuften Schleimes unter einem eigenthümlichen Geräusche mit sich fortreißt.

5) Das Hauchen ist ein schnell oder langsam erfolgendes Ausathmen durch den Mund, welches unter einem eigenthümlichen hohlen und meist leisen Tone erfolgt. Wir nehmen es vor, um einen Körper vermittelst der warmen Ausathmungsluft zu erwärmen, aber auch, um eine so eben inspicirte fötide Luft auf einem andern Wege, als durch das Geruchsorgan wieder auszustoßen.

Als Aeußerungen gewisser Stimmungen der Seele, jedoch auch enge zusammenhängend mit physischen Zuständen haben wir folgende Modificationen der Athmungsbewegungen zu betrachten:

6) Das Gähnen, das bei körperlicher und geistiger Müdigkeit und namentlich bei gewissen Individuen schon beim bloßen Gedanken daran eintritt, besteht in einer tiefen und langsamen, durch den weitgeöffneten Mund, nicht selten unter krampfhafter Contraction der den Unterkiefer herabziehenden Muskeln erfolgenden Inspiration, welcher eine etwas kürzere und zwar nicht selten mit einem unarticulirten Tone verbundene Exspiration nachfolgt, wozu sich häufig ein Strecken der oberen Extremitäten oder des gesammten Körpers gesellt.

7) Das Lachen wird durch schallende, schnell auf einander folgende, kurz abgebrochene, stoßende Ein- und Ausathmungen, vorzüglich durch letztere gebildet, womit sich eigenthümliche, in der Stimmritze gebildete Töne combiniren. Es ist in der Regel der Ausdruck der fröhlichen Gemüthsstimmung und wird besonders durch auffallende Contraste hervorgerufen.

Das Weinen können wir nicht als eine eigenthümliche, charakteristische Modification der Athembewegungen betrachten; es combiniren sich vielmehr sehr verschiedenartige Modificationen der Respirationsbewegungen, namentlich tiefe Ein- und Ausathmungen, mit der verstärkten Secretion der Thränendrüsen.

8) Das Schluchzen besteht in abgebrochenen kurzen und heftigen, besonders durch den Zwerchmuskel vermittelten Inspirationen, die schnell auf einander erfolgen, bis die Lungen einen gewissen Grad der Füllung erreicht haben. Es ist ein bloßer Inspirationsact und die Folge sowohl körperlicher als auch psychischer Zustände.

9) Das Seufzen ist ein langsames, tiefes, meistens durch den Mund erfolgendes Einathmen, dem eine gleichartige, mit einem charakteristischen Ton verbundene Exspiration nachfolgt.

10) Endlich combiniren sich mit einer Reihe mechanischer Vorgänge in anderen Organen Athmungsbewegungen, die wir im Allgemeinen als Drängen bezeichnen können. Das Drängen hat zum Zweck, den Austritt der in den Organen des Unterleibes enthaltenen Ansammlungen durch die natürlichen Oeffnungen derselben zu unterstützen, namentlich in den Fällen, in

welchen zwischen dem respectiven Ausführungsgange und dem Volumen der Ansammlung Mißverhältnisse obwalten. Dahin gehören die mit dem Brechen und der Harn- und Stuhlentleerung sich combinirenden Athmungsbewegungen, denen nach einer vorhergehenden, in der Regel tiefen Respiration unter Mitwirkung der Muskeln der Bauchwand eine langsame und kräftige Exspiration nachfolgt. Im Gebäract erreicht diese Art der Athembewegung den höchsten Grad. Damit die in den möglichst angefüllten Lungen enthaltene Luft momentan abgeschlossen und durch den vom Unterleibe aus wirkenden bedeutenden Druck nicht ausgestoßen werde, muß sich die Glottis vollkommen verschließen können. Die kleinen, an letzterer befindlichen Muskeln functioniren alsdann als sehr wirksame Sphinkteren. Das Zwerchfell spielt im Momente des Drängens keine active Rolle. Da nämlich die Glottis verschlossen ist, so kann beim weiteren Herabsteigen des Zwerchfells ein Nachrücken der Lungen aus mehren Ursachen nicht erfolgen; einmal, weil die Lungen in der Regel beim Drängen das Maximum ihrer Füllung erreicht haben, ferner, weil bei der Ausdehnung der Lungen durchaus der freie Zusammenhang der Luftwege mit der Atmosphäre erforderlich ist; endlich müßten die unter dem Drucke der Bauchpresse stehenden Eingeweide über die im Brustraume enthaltenen und in Folge der Zusammenziehung des Zwerchfells (resp. Ausdehnung der Lungen) verdünnte Luft das Uebergewicht erhalten und den Zwerchmuskel sammt den Lungen nach oben drücken. Das Zwerchfell übernimmt beim Drängen durchaus nur die Rolle eines Fixators, während die Bauchpresse allein activ wirkt.

Mit dem Drängen in mancher Hinsicht, vor Allem durch die vorhergehende tiefe Inspiration und das Anhalten des Athmens verwandt, aber durch die viel geringere Wirkung der Bauchpresse verschieden, ist die Art von Athembewegungen, welche wir vollführen, wenn wir einen starken Widerstand zu überwinden haben. Die hier vorangehende tiefe Inspiration hat nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, den Zweck, den mannichfaltigen, bei der Körperanstrengung wirkenden Muskeln, in Folge der dadurch veränderten Ausdehnung des Brustkorbes, feste Punkte zu gewähren, was ebenso gut ohne vorhergegangene tiefe Einathmung geschehen könnte. Wir vollführen bloß deßhalb eine tiefere Inspiration, um nach vorhergegangener stärkerer Luftzufuhr den Athem länger anhalten und somit auch längere Zeit auf den Widerstand wirken zu können, da die Kraft, die wir einem Widerstande entgegensetzen, durch den Act der Athembewegung gemindert wird. Kann jedoch ein Widerstand schnell überwunden werden, so führen wir den Lungen vorher keine größere Luftquantität zu, ohne dadurch an Muskelkraft zu verlieren.

Das Drängen und der eben geschilderte Act ist natürlich nicht oder nur theilweise möglich, wenn die Contenta des Brust- und Bauchraumes der pressenden Gewalt keinen oder einen ungenügenden Widerstand leisten, also z. B. bei einer unterhalb der Glottis liegenden abnormen Communication der in den Athmungsorganen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre, bei penetrirenden Wunden der Bauchwandung, bei Darmfisteln u. s. w. Auch ist das Drängen, worauf Beau und Maissiat aufmerksam machen, charakteristisch für die Säugethiere. Bei den Vögeln, die bloß ein rudimentäres Zwerchfell haben, geschieht die Defäcation, das Eierlegen u. s. w. durch einen eigenthümlichen, von der Verschließung der Glottis unabhängigen Act.

11) Beim Schnüffeln athmen wir die Luft vermittelst schnell auf einander folgender oberflächlicher Inspirationen, bei geschlossenem

Munde, durch die Nase ein. Dieser Vorgang bezweckt ein möglichst feines Riechen.

12) Der mit der Einathmung verbundenen Aspiration bedienen wir uns beim Saugen und Schlürfen, indem wir die in der Mundhöhle enthaltene Luft durch eine Inspiration anziehen, so daß die mit den Lippen in Contact stehende Flüssigkeit in die Mundhöhle eindringt. —

Zahlreiche vom verlängerten Marke und Rückenmarke kommende Nerven versorgen, zugleich mit Zweigen des Sympathicus den Respirationsapparat und die Athmungsmuskeln im weiteren Sinne. Das motorische Nervensystem der Respiration wird aus folgenden Nerven zusammengesetzt: 1) N. trigeminus, und zwar die von der kleinen Portion desselben zu den Unterkiefermuskeln gehenden Zweige. 2) N. facialis, den man mit K. Bell gewissermaßen den Athemnerv des Gesichtes nennen kann. 3) N. vagus. Die beiden rami laryngei bewirken zum Theil die abwechselnde Erweiterung und Verengerung der Stimmritze. Volkmann sah Contraction des cricothyreoideus, crico-arytaenoideus posticus und lateralis und des hyothyreoideus nach Reizung der Vaguswurzeln. (Das Experiment wird jedoch erst dann völlige Beweiskraft haben, wenn vorher der Willisische Nerv durchschnitten worden ist.) So sah auch J. Müller, sowie Volkmann, den Erfahrungen Bischoff's, Longet's u. A. zuwider, bei verschiedenen Thieren Zuckungen im Schlunde nach Reizung der Wurzeln des Vagus. 4) N. accessorius. Derselbe wirkt, abgesehen von seinem zum Cucullaris und Sternocleidomastoideus gehenden Aste, besonders durch seine mit dem Vagus sich verbindende Anastomose, die sich in den Kehlkopf verzweigt, wie namentlich Bischoff zeigte. Nach Reizung der Wurzeln dieses Nerven contrahiren sich die Kehlkopfmuskeln. 5) Auch der N. hypoglossus ist theilweise als Athmungsnerv zu betrachten. 6) N. phrenicus vermittelt fast ausschließlich die Zusammenziehung des Zwerchmuskels. 7) Nervi spinales cervicales, und zwar die unteren, versorgen einen Theil der Thoraxmuskeln. 8) Nervi spinales thoracici bewirken die Contractionen der Brust- und zum Theil der Bauchmuskeln. 9) Einige Nervi spinales lumbares geben Zweige zu den Bauchmuskeln.

Die Quelle der Athmungsbewegungen ist, wie Legallois zuerst gezeigt hat, das verlängerte Mark. Nach einigermaßen beträchtlichen Verletzungen desselben hören sogleich alle Athembewegungen auf; eine leichte Verletzung des verlängerten Markes ist jedoch nicht momentan lethal. Man hat das große und kleine Hirn bei vielen Thieren abgetragen, ohne daß die Athembewegungen aufhörten. Hirnlose Mißgeburten oder solche mit gänzlich zerstörtem Rückenmarke, deren verlängertes Mark jedoch noch erhalten ist, athmen öfters einige Zeit hindurch nach der Geburt. Diese Thatsachen, sowie die Regelmäßigkeit der Respirationsbewegungen im Schlafe und in verschiedenen, mit gänzlicher Bewußtlosigkeit verbundenen Krankheiten des Gehirns beweisen, daß die Athembewegungen, und zwar in der Regel, unwillkürlich erfolgen, obschon unser Wille einen großen Einfluß auf dieselben hat und wir ihren Rhythmus nach Gefallen abändern können. Eine längere Unterbrechung der Respiration ist uns jedoch trotz aller Willensanstrengung nicht möglich; die peinliche Athmungsnoth fordert nämlich gebieterisch zur Erneuerung der Luftzufuhr auf. Der von älteren Physiologen bis selbst in die neuere Zeit herab geführte Streit, ob die Athembewegungen ausschließlich willkürlich oder unwillkürlich erfolgen, ist, den erörterten unzweideutigen Thatsachen gegenüber, in der That eine unbegreifliche Erscheinung.

Die Zustände des Respirationsapparates werden durch sensibele Nerven dem Centrum der Respirationsbewegungen, sowie dem Gehirne zugeleitet. Der N. vagus vermittelt vorzüglich die in dem Kehlkopf, der Trachea und den Lungen wahrnehmbaren Sensationen, wozu sich ohne Zweifel noch die Wirksamkeit sympathischer Fasern gesellt. Mit der leicht von Statten gehenden Respiration, besonders mit dem tiefen Einathmen in freier reiner Luft, zumal wenn wir vorher in einer verdorbenen Atmosphäre respiriren mußten, ist eine angenehme Sensation verbunden. Die sensibelen Fasern des Vagus, die sich in den Lungen verbreiten, bedingen bei gehemmter Luftzufuhr die Athmungsnoth, eine der unangenehmsten und peinlichsten Sensationen, die wir überhaupt erleiden können und die, wenn sie irgend vergleichbar ist, dem »drückenden Schmerze«, wozu sich noch ein unangenehmes Gefühl von erhöhter Wärme in den Lungen gesellt, angereiht werden kann.

Wenn auch das verlängerte Mark die nächste Quelle der Athembewegungen ist, so können die letzteren doch von fast allen Punkten des Nervensystemes aus erregt werden. Wir haben, dem gegenwärtigen Stande der Nervenlehre entsprechend, die (normalen oder modificirten) Athembewegungen hinsichtlich ihrer Entstehung einzutheilen: 1) in solche, die vom Gehirne, vom Willen veranlaßt werden; 2) reflectorische Athembewegungen, hervorgerufen durch Reize, welche von sensibelen Nerven den Centren zugeleitet werden, und zwar a) von den sensibelen Fasern der Respirationsorgane, b) von den übrigen Nerven, namentlich den Hautnerven; 3) die in gewissen Zuständen des verlängerten Markes (z. B. in Krankheiten desselben oder seiner Umhüllungen) begründeten Athembewegungen; 4) die Respirationsbewegungen, welche direct entstehen durch Reize, die einen oder mehre motorische Respirationsnerven treffen, wofür einige Krankheitsfälle, namentlich aber die Ergebnisse physiologischer Experimente sprechen. — Die äußeren Hautnerven erregen, um nur einige Beispiele kurz zu erwähnen, wenn die Haut von starken Reizen getroffen wird, tiefe Athmungsbewegungen, was namentlich von den allgemeinen Bedeckungen der vorderen Seite der Brust und des Bauches gilt, welche z. B., sowie sie mit kaltem Wasser in Berührung kommen, eine tiefe Inspiration veranlassen. Reizung der Nasenschleimhaut oder selbst der Bindehaut des Auges bewirkt häufig sogleich ein tiefes Inspiriren; das Niesen, überhaupt ein großer Theil der oben erörterten modificirten Respirationsbewegungen, entsteht auf reflectorischem Wege. Der Husten, das plötzliche Ausbleiben des Athmens im Kopp'schen Asthma, der unpassend sogenannte krampfhafte Croup der Kinder, und viele andere Neurosen sind in den erwähnten Ursachen begründet, und es ist die, oftmals sehr schwierige Aufgabe des wissenschaftlichen Arztes, den Ausgangspunkt des Uebels möglichst genau zu eruiren. Die Untersuchungen von Bell, J. Müller und Hall haben der praktischen Medicin den Weg gezeigt, der hier einzuschlagen ist.

Man kann die respiratorischen Nerven durchschneiden, und dadurch eine dem Verbreitungsbezirke und der Function des Nerven entsprechende Paralyse hervorrufen. Die vielfachen Anastomosen der Nerven und manche andere Umstände machen jedoch diese für die Physiologie der Respiration unschätzbaren Experimente schwierig und haben zu vielfachen Controversen Veranlassung gegeben, welche aber durch den Eifer und die Umsicht einer sehr großen Anzahl von Anatomen und Physiologen immer mehr beseitigt werden. Von ganz besonderem Interesse für die Physiologie des Athmens ist die Durchschneidung des Lungenmagennerven oder einer der Zweige desselben,

ein seit Galen unzählige Male vorgenommenes Experiment, welches die wichtigsten Folgen für den Respirationsproceß hat. Nach Durchschneidung beider Stämme des Vagus oberhalb des Ursprunges der oberen Kehlkopfnerven konnte Valentin an der durch einen Längenschnitt eröffneten Luftröhre, sowie an dem Kehlkopfe, selbst durch die stärksten mechanischen und chemischen Reize, bei verschiedenen Thieren keinen Husten erregen, obschon diese Theile sonst gegen fremde Reize im höchsten Grade empfindlich sind. Dasselbe sah Brachet, indem nach Section der Vagi an der erwähnten Stelle reizende Dämpfe oder in die Trachea eingebrachte fremde Körper keinen Husten erregten; auch will derselbe Forscher erfahren haben, daß Thiere, in dem erwähnten Zustande in einen abgeschlossenen Raum gebracht, keine Respirationsnoth zeigten, eine Behauptung, welcher von Anderen, z. B. Volkmann, widersprochen wird.

Die Durchschneidung beider Vagi oberhalb des Ursprunges der Kehlkopfnerven oder des Vagus der einen und des N. recurrens der andern Seite ist absolut lethal; Kaninchen enden nach einigen Stunden, sehr selten erst nach 2 bis 3 Tagen; Vögel sterben am 2ten bis 7ten Tage. Die Durchschneidung beider Recurrentes bringt nach Legallois bei jungen, nicht aber bei alten Thieren den Tod, unter den gleichen Erscheinungen, wie nach der Section der Lungenmagennerven; Mendelsohn sah dagegen auch bei alten Thieren in Folge dieser Operation immer den Tod eintreten; bloß einmal überlebte ein Kaninchen die Operation, wurde trotz auffallender Zeichen von Krankheit selbst trächtig und warf Junge, ging aber sogleich nach der Parturition an beiderseitigem pleuritischen Exsudat und Lungenhepatisation zu Grunde. Nach Section des Vagus auf nur einer Seite hat man verschiedene Effecte gesehen; Vögel und verschiedene Säugethiere schienen wenig dabei zu leiden, während andere Säugethiere zu Grunde gingen.

Man suchte anfangs die eben erörterten Thatsachen durch einen hypothetischen Einfluß des Lungenmagennerven auf die chemischen Veränderungen des Blutes zu erklären. Dupuytren durchschnitt bei Pferden und Hunden den Sympathicus magnus und den Vagus beiderseits und fand, daß das Blut, welches vorher aus einer Antlitzarterie roth ausgeflossen war, nunmehr eine dunkle Farbe zeigte, die jedoch nicht so dunkel wie die des Venenblutes war. Bei abwechselnder Compression des Nerven und nachlassendem Drucke sah er ein alternirendes Dunkel- und Hellrothwerden des Blutes. Diese Erfahrungen wurden jedoch von fast allen nachfolgenden Experimentatoren, z. B. Dumas, Blainville, Emmert, Brodie, nicht oder doch nur insofern bestätigt, als das Phänomen von der in Folge der Operation eintretenden Erschwerung des Luftzutrittes abhängt. Fast alle Forscher nahmen nach der Operation eine bedeutende, und zwar oft die Hälfte der normalen Athemzüge betragende Verlangsamung der Athmungsbewegungen wahr, die zugleich unter einem pfeifenden, rasselnden Geräusche vollführt werden. Die Stimmritze wird nach der Operation sehr verengt. Wird nach der Section beider Vagi eine Incision in die Trachea gemacht, so verspüren die Thiere, wie Legallois zuerst fand, keine Athmungsnoth, und die Lungen zeigen einige Stunden darauf keine Veränderungen; der Tod erfolgt jedoch nach einigen Tagen nothwendig in Folge der Reizung der Athmungsorgane. Nach Blainville wird die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureausscheidung nach der Operation bei Vögeln und Kaninchen nicht gestört; während jedoch Provençal angiebt, daß eine Verminderung des chemischen Processes des Athmens immer stattfinde, ein Resultat das sich,

ebenso wie die Abnahme der Körperwärme der Thiere, aus der Verminderung der Athemzüge erklärt. Schon einige Stunden nach der Operation zeigt sich in den Lungen ein bedeutender Congestivzustand, dem später eine wahre Hepatisation nachfolgt; einzelne Stellen der Lungen sind emphysematös oder von hämorrhagischem Infarct erfüllt. Die Section der Vagi, oder, wenigstens bei jungen Thieren, der Recurrentes wird Obigem zufolge tödtlich durch die Lähmung der Erweiterer der Stimmritze und die dadurch entstehenden Schwierigkeiten in der Luftzufuhr. Die nach der Operation entstehende Pneumonie ist ausschließlich oder größtentheils eine Folge der gehinderten Luftzufuhr. Die Ansicht, daß die Lungenaffection wenigstens zum Theil durch die Paralyse der in die Lungen sich verbreitenden Zweige des Vagus bedingt werde, wie J. Müller angiebt, als deren wichtigsten Effect Magendie eine unmittelbare Störung des Blutkreislaufes durch die Lungen annimmt, ist durch das in der Regel stattfindende Nichteintreten der Affection nach der Durchschneidung von bloß einem Vagus sehr unwahrscheinlich gemacht. Die Erfahrung, daß die Operation nach Application einer Oeffnung in die Trachea erst viel später tödtlich wird, spricht ebenfalls nicht zu Gunsten der erwähnten Hypothese, und deutet darauf hin, daß die Verengerung der Stimmritze die wichtigste Todesursache sei. Jedenfalls waltet darüber kein Zweifel mehr, daß der chemisch-physikalische Proceß der Respiration von den Zuständen des Lungenmagennerven, oder des gesammten Nervensystemes direct nicht abhängig ist.

Einige weitere, die Ursache der Athembewegungen, sowie die Einleitung des Athmens nach der Geburt betreffende Fragen können wir erst nach Erörterung der chemischen Verhältnisse der Respiration genügend darstellen.

Die Atmosphäre in ihren Beziehungen zur Respiration.

Die Medien, in welchen die Thiere und der Mensch leben und athmen, sind die atmosphärische Luft oder das Wasser. Von den chemischen und physikalischen Eigenschaften derselben müssen wenigstens einige, als mit den Processen des Athmens enge zusammenhängend, hier kurz erwähnt werden.

Die atmosphärische Luft ist ein Gasgemenge, das besonders aus Stickgas, Sauerstoff- und Wassergas besteht, wozu sich verhältnißmäßig kleine Quantitäten von Kohlensäure, sowie an manchen Orten eine variable Menge anderer Gasarten, jedoch in höchst geringen, in der Regel quantitativ nicht mehr bestimmbaren Verhältnissen gesellen. Die trockene atmosphärische Luft enthält nach den Untersuchungen von Dumas, Boussaingault und Brunner

	in 100 Volumtheilen	in 100 Gewichtstheilen.
Sauerstoffgas . . .	20,815	23,015
Stickgas	79,185	76,985.

Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre ist so gering, daß er bei gewöhnlichen Analysen außer Acht gelassen werden kann.

Lange trug man sich, gestützt auf für diese delicate Frage unzureichende Experimente, mit der Ansicht, daß der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre constant derselbe sei; so wollten Humboldt und Gay-Lussac in von Menschen dicht erfüllten Theatern, E. Davy in Spitälern, keine Minderung des Oxygengehaltes der Luft gefunden haben. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß die Luft in schlecht ventilirten und mit Menschen stark angefüllten Räumen Sauerstoff verliert und dafür zum Theil Kohlensäure, in

verhältnißmäßig bedeutender Quantität enthält. So fand Leblanc[1]) folgende Kohlensäurequantitäten

	in 1000 Gewichtstheilen Luft	
1. Stall der Militärschule .	1	
2. » » » .	2	
3. Primärschule	2	(Ventilation nach Peclet's System.)
4. Krankensaal der Pitié . .	3	(Morgens.)
5. Kleinkinderschule	3	(Thüre halb offen.)
6. Krankensaal der Salpetrière	8	
7. Hörsaal der Sorbonne . .	10	(900 Menschen in einem Saale von 1000 Cubikmeter Inhalt, dessen beide Thüren geöffnet waren.)
8. Deputirtenkammer . . .	25	
9. Theater, Parterre . . .	23	
10. » im höchsten Raume	43	(Am Ende des Schauspiels.)

dagegen beträgt der Kohlensäuregehalt der freien, trockenen Atmosphäre nach Leblanc bloß $^6/_{10000}$ dem Gewichte nach. Th. Saussure erhielt in Chambeisy bei Genf, im Mittel aus sehr vielen Beobachtungen 4,15, im Maximum 5,74 und im Minimum 3,15 Kohlensäure in 10000 Vol. Luft; am Tage belief sich die Kohlensäurequantität im Mittel auf 3,38, Nachts auf 4,32; auf dem Genfer See hielt die Luft 4,39 Kohlensäure, während auf dem Lande 4,60 gefunden wurde. In der Stadt Genf fand Saussure 4,68 Kohlensäure, während gleichzeitig auf dem Lande angestellte Beobachtungen nur 4,37 ergaben. Marchand fand, daß in Städten der Kohlensäuregehalt der Luft in der Höhe schnell abnimmt; er erhielt in Berlin am Fuße eines Thurmes, mitten in einem dicht bewohnten und enggebauten Stadttheil, auf 10000 Theile Luft 5,2, und zu gleicher Zeil 180 Fuß darüber nur 3,7 Theile Kohlensäure. Nach Moyle soll die Luft in vielen englischen Gruben 2,3 bis 6,3 Volumprocente Sauerstoff weniger enthalten, als auf der Oberfläche der Erde, eine Angabe, die noch sehr der Bestätigung bedarf. Levy fand auf der Nordsee, in der Nähe des Festlandes, durchschnittlich nur 20,41 Volumprocente Sauerstoffgas in der Luft, eine Abnahme, die sich auf großen Oceanen noch viel stärker herausstellen dürfte, und die ohne Zweifel davon herrührt, daß der Sauerstoff der Atmosphäre in stärkerem Maße als der Stickstoff von dem Wasser verschluckt wird.

An nicht wenigen Orten der Erdoberfläche finden Kohlensäureentwicklungen (sogen. Mofetten) Statt, namentlich in der Nähe von noch bestehenden oder von erloschenen Vulcanen. In der bekannten Hundsgrotte bei Neapel sterben kleine Thiere, und Menschen gerathen daselbst in Athemnoth, wenn sie sich bücken. Bischoff[2]) schätzt sämmtliche Kohlensäureentwicklungen in der Umgebung des Laacher See's am Tage auf etwa $1^3/_4$ Millionen Cubikmeter (= 600,000 Pfd.). Boussingault berechnet die täglich in Paris in die Atmosphäre abgegebene Kohlensäure auf fast 3 Millionen Cubikmeter.

Ferner kommt noch allgemein in der Atmosphäre Ammoniak vor, worauf namentlich Liebig aufmerksam gemacht hat, und das, so gering auch seine Quantität im Verhältniß zu den übrigen Gasen ist, doch als Erzeugniß der organischen Welt, vielleicht auch wegen seiner Beziehungen zur Ernährung

[1]) Comptes rendus. 1842. [2]) Schweigger's Journ. 66.

der Pflanzen von Wichtigkeit ist. Die Entdeckung *Marchand's*, daß durch Lunge und Haut Ammoniak abgeschieden werde, giebt dem Ammoniakgehalt der Atmosphäre noch mehr Interesse.

Von den nur in einzelnen Localitäten der Luft beigemengten Gasen sei hier nur die Chlorwasserstoffsäure erwähnt, die namentlich in der Nähe von Salinen gefunden wird, und die trotz der Minima, in welchen sie vorkommt, auf die Salubrität jener Orte nicht ohne Einfluß zu sein scheint. Vielleicht hängt die Seltenheit der Lungenphthise in der Nähe an Salinen damit zusammen.

Eine der wichtigsten Beziehungen zur Respiration zeigt der *Wassergehalt der Atmosphäre*. Nach den von *Kämtz* angestellten Beobachtungen variirt die in einem gegebenen Volum Atmosphäre enthaltene Wasserquantität (ausgedrückt durch den Quecksilberdruck des in der Luft enthaltenen Wassergases, in pariser Linien) zu Halle folgendermaßen in den verschiedenen Monaten des Jahres:

Jan.	Febr.	März.	Apr.	Mai.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1,85	2,02	2,29	2,70	3,52	4,53	5,11	4,74	4,24	3,49	2,52	2,44.

Im Mittel beträgt also der Wasserdruck der Atmosphäre 3,33 pariser Linien, d. h. $^1/_{100}$ des gesammten Atmosphärendruckes. Von viel größerer Wichtigkeit der Respiration gegenüber ist die relative Wassermenge der Atmosphäre, d. h. das Verhältniß des in einer bestimmten Quantität Luft enthaltenen Wassers zu der Wassermenge, welche diese Luftportion bei der gegebenen Temperatur überhaupt aufnehmen kann. Davon hängen großentheils die Phänomene der Verdünstung, sowie zum Theil auch der Wasserverlust durch das Athmen ab. Der relative Wassergehalt der Atmosphäre zu Halle beträgt, in % ausgedrückt, nach *Kämtz*, in den verschiedenen Monaten des Jahres:

Jan.	Febr.	März.	Apr.	Mai.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
85,8	81,0	77,3	71,3	69,2	71,0	68,5	66,1	72,8	78,9	85,6	86,8.

Während also in den Sommermonaten die absolute Feuchtigkeit der Atmosphäre am größten ist, zeigt sich dennoch die Luft am wenigsten mit Wasser gesättigt.

Eine, wie wir sehen werden, für das Athmen sehr wichtige Frage ist die *Dichtigkeit der Atmosphäre*, welche mit der Erhebung über die Erdoberfläche abnimmt. So wäre in einer Höhe von 13407 pariser Fuß die Luft nur halbmal so dicht, als an der Oberfläche des Meeres, wenn dieses Verhältniß nicht durch andere Einwirknngen, namentlich die niedere Temperatur, in nicht unbedeutendem Maße verändert würde. Die Bewohner der Hochländer Amerika's und Asiens athmen eine viel dünnere Luft ein, als die Mehrzahl der Europäer.

Eine mit dem Respirationsprocesse zusammenhängende, jedoch den Gesammthaushalt der Natur zunächst berührende Frage ist die nach der Bildung unserer Atmosphäre, in der Art, wie sich dieselbe gegenwärtig darbietet, sowie über das Verhältniß, in welchem der Sauerstoffverbrauch der Atmosphäre zu der Kohlensäurebildung steht, welche letztere Frage namentlich durch *Ingenhouß*, *Sennebier* und *Spallanzani*, die zuerst die Wechselbeziehung der thierischen und pflanzlichen Respiration würdigten, aufgeworfen worden ist. Der Sauerstoffverbrauch durch die Respiration der Menschen und Thiere, sowie durch die auf der Oberfläche der Erde in ungeheurem Maße vor sich gehenden Oxydationsprocesse müßte nothwendig eine Minderung des Oxygengehaltes der Atmosphäre bedingen, wenn nicht in der Ausscheidung des Sauerstoffes durch den pflanzlichen Organismus und durch Infusorien ein Gegen-

gewicht sich geltend machen würde. Poggendorff[1]) weis't auf die ungeheure, in der Atmosphäre befindliche Sauerstoffmenge hin, gegen welche die Sauerstoffconsumtion vermittelst der Respiration der Menschen sehr unbedeutend ist. Er kommt durch eine Rechnung, auf deren Detail ich jedoch nicht eingehen kann, zum Schlusse, daß, wenn seit Adam's Zeiten die Erde immer von tausend Millionen Menschen bewohnt gewesen wäre, diese letzteren doch nur $1/_{403}$ des jetzigen Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre verbraucht hätten, d. h. eine Größe, die sich unseren analytischen Untersuchungsmethoden entzieht. Lebten, so äußert er sich ferner, immer 1000 Millionen erwachsene Menschen auf der Erde, und könnten sie den jetzt in der Atmosphäre befindlichen Sauerstoff gänzlich verzehren, so würde derselbe erst in $2^1/_2$ Millionen Jahren aufgebraucht sein; eine Rechnung, die freilich nur als ein Curiosum gelten kann, da die Menschen und die höheren Thiere nur eine kleine Minderung des Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre ertragen können, und weil dabei ferner auf die ungeheure Sauerstoffabsorption durch die Thiere und durch die vielen Oxydationsprocesse in der unorganischen Welt keine Rücksicht genommen ist.

Die Atmosphäre der Erde war in früheren Perioden eine ganz andere, höchst wahrscheinlich sehr kohlensäurereiche, wofür manche Thatsachen sprechen. A. Brongniart's Hypothese[2]) ist nicht so unwahrscheinlich, daß die ungeheueren Steinkohlenlager, diese unerschöpflichen Reste der pflanzlichen Urwelt, durch Zersetzung der kohlensäurereichen Atmosphäre von Seiten der Vegetabilien entstanden sind, so daß die Atmosphäre durch diesen Proceß den für die Existenz der warmblütigen Thiere nöthigen Sauerstoffgehalt erhielt. —

Die im Wasser athmenden Thiere zersetzen die in demselben gelös'te atmosphärische Luft. Das Seinewasser enthält, nach Gay-Lussac und Humboldt 0,0275, also etwas weniger als $1/_{36}$ seines Volums Luft gelös't. Boussaingault fand im Wasser in einer Höhe von 6000 bis 8000 Fuß nur $1/_3$ des Luftvolums, welches es in der Regel enthält, und er leitet die Nichtexistenz der Fische im Wasser auf den erwähnten Höhen von dieser Ursache ab. Warmes Wasser absorbirt weniger Luft als kaltes. Die Luft wird vom Wasser nicht in dem Verhältnisse, wie sie in der Atmosphäre enthalten ist, aufgenommen; der Sauerstoffgehalt von 100 Volumtheilen im Wasser enthaltener Luft beträgt nämlich:

im destillirten, mit Luft gesättigten Wasser:	32,9	nach Gay-Lussac und Humboldt
im Seinewasser:	31,9	» » » »
im Regenwasser:	31,0	» » » »
im Schneewasser:	32,0	» Boussaingault.

Morren[3]) fand, daß das ruhige süße Wasser, besonders bei Gegenwart mikroskopischer Thierchen von grüner Farbe, ein Gasgemisch enthält, dessen Sauerstoff- und Kohlensäuremenge sehr variirt und namentlich vom Einflusse des Lichtes abhängt, während der Stickgasgehalt sich weniger ändert. Dasselbe fand er vom Meerwasser, welches nach Verfluß mehrer heller Tage mehr Sauerstoffgas, als nach einer Reihe trüber Tage enthält. Die procentige Zusammensetzung der im Meere enthaltenen Gase ist nach Morren[4])

---

[1]) Handwörterbuch der Chemie, von Liebig, Poggendorff und Wöhler. Braunschw. 1842. Artikel: Atmosphäre.

[2]) Ann. des scienc. nat. 15.

[3]) Mém. de l'Acad. de Bruxelles. 1841.

[4]) Compt. rend. 1843. 26. — Was nach Abzug der Kohlensäure und des Sauerstoffes übrig bleibt, habe ich als Stickgas angesetzt.

	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Morgens 6 Uhr: . . .	13	33,3	53,7
Mittags 12 Uhr: . . .	7	36,2	56,8
Abends 6 Uhr:	10	33,4	56,6

Im Spätherbst und beginnenden Winter beträgt der Sauerstoffgehalt sogar 36 bis 38%. Der Kohlensäuregehalt des Meeres ist viel bedeutender, als derjenige des süßen Wassers, was um so auffallender ist, als das Salzwasser die Kohlensäure in geringerer Menge aufnehmen kann, als süßes Wasser. Die Atmosphäre, in welcher die Meerthiere athmen, unterscheidet sich demnach bedeutend von derjenigen, welche den im süßen Wasser lebenden Thieren geboten wird.

Chemismus der Respiration.

Die mannichfaltigen, hier zu erörternden Fragen betreffen 1) die chemischen Veränderungen der ausgeathmeten Luft, woran sich zugleich einige, der letzteren zukommenden physikalischen Qualitäten anreihen; 2) die mit den verschiedenen Gasarten angestellten Respirationsversuche und 3) die chemischen Unterschiede des venösen und arteriellen Blutes.

Ehe wir zu der Untersuchung der zwischen der ein- und ausgeathmeten Luft bestehenden Differenzen übergehen, ist es nöthig, die verschiedenen Untersuchungsmethoden der exspirirten Luft mit einigen Worten zu erwähnen. Eine der schwierigsten Bedingungen ist die Ansammlung der ausgeathmeten Luft; man hat hierbei mehre Methoden versucht. 1) Man vollführt die Inspiration durch die Nase und exspirirt durch eine an den Mund angepaßte Röhre in einen Behälter, der mit einer die Kohlensäure nicht absorbirenden Flüssigkeit gefüllt ist, welche in dem Verhältniß, als die Exspirationsluft sich ansammelt, aus dem unteren Ende des Behälters abfließt. Dieser Methode bedienten sich viele Forscher; von den Neueren haben sie Prout und ich, zum Theil auch Valentin und Brunner, angewandt. Sie hat den Nachtheil, daß sie erst nach sehr langer Uebung mit Erfolg angewandt werden kann, wenn man nicht Gefahr laufen will, die Athembewegungen zu schnell und zu tief zu vollführen. Aus diesem Grunde ist sie auch zu an einer größeren Anzahl von Personen vorzunehmenden vergleichenden Experimenten durchaus unbrauchbar, was die vielen, hinsichtlich des Exspirationsvolums, ja zum Theil selbst hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit der ausgeathmeten Luft von den älteren Beobachtern begangenen Irrthümer beweisen. Nach vorhergangener gehöriger Uebung ist aber diese Methode um so werthvoller, als sie sowohl über die absolute wie die relative Quantität der Gase Aufschluß giebt und auch die Berechnung des durch die Respiration bedingten Wärmeverlustes zuläßt. 2) Andral und Gavarret applicirten auf das Gesicht luftdicht eine Maske, welche die durch eine Ausathmung exspirirte Luft aufnehmen kann, und an die zu beiden Seiten eine Röhre angebracht ist, die den Zutritt der Luft, nicht aber das Ausströmen derselben aus dem Apparat, möglich macht. An den vorderen Theilen der Maske befindet sich eine Röhre, durch welche die exspirirte Luft in die für die Ansammlung derselben bestimmten Behälter übergeht. Diese Methode hat nur scheinbar Vorzüge vor dem zuerst geschilderten Verfahren; der Athmende ist dabei viel mehr genirt und respirirt unwillkürlich stärker, was denn auch die von jenen Forschern erhaltenen Kohlensäuremengen, die für den Zustand der Ruhe zu groß sind, beweisen. 3) Dem eben erwähnten Nachtheile entgeht man, wenn die Respirirenden in einem, je nach ihrer Körpergröße abzumessenden Raum sich befinden, wobei sie ununterbrochen mit frischer Luft versorgt

werden, der man vorher die Kohlensäure und das Wasser entzogen hat, oder deren Kohlensäure und Wasserquantitäten man wenigstens kennt, um sie von den Athmungsproducten in Abrechnung bringen zu können. Ebenso muß für eine gehörige Abführung der Luft gesorgt werden. Bei kleineren Thieren ist diese Methode vielfach angewandt worden; bei Athmungsversuchen an Menschen hat sie aber Schwierigkeiten, die jedoch Scharling's Eifer überwunden hat, indem er Beobachtungen an verschiedenen Menschen in einem geräumigen Kasten angestellt hat [1]). Man wählt sehr zweckmäßig als Apparat, in welchem der Respirirende sich befindet, ein Calorimeter, so daß zugleich Untersuchungen über die thierische Wärme angestellt werden können, wie es Dulong und Despretz gethan haben. — Die Vortheile dieser Methode sind groß; sie giebt die besten und untrüglichsten Daten über die absoluten Mengenverhältnisse der Gase; da aber auch die Hautperspiration sich dazu gesellt, so sind die Resultate nicht ganz rein, namentlich geben sie uns, weil die Wasserausscheidung durch die Haut beträchtlich ist, über die Verhältnisse der Wasserausscheidung durch die Lungen keinen Aufschluß.

Die Bestandtheile der exspirirten Luft können dem Volum, oder dem Gewichte nach bestimmt werden. Handelt es sich um die Auffindung der Kohlensäure, so führt die Bestimmung derselben nach dem Volum vermittelst Absorption durch Aetzkali zu sehr sicheren Resultaten, indem man sich dabei einem Irrthum von kaum $^1/_{10}$% aussetzt. Die Sauerstoffbestimmung dem Volum nach ist aber bei aller Vorsicht nicht exact genug zu vollführen; die Bestimmung dem Gewichte nach ist unerläßlich und sie wird am besten mit Brunner's Phosphoreudiometer vorgenommen. Marchand hat neuerdings eine indirecte Methode zur Sauerstoffbestimmung bei seinen vortrefflichen Experimenten über die Respiration der Frösche angewandt, indem er das Gewicht des Thieres zu Ende des Experimentes zu dem Gewichte sämmtlicher, während des Versuches ausgeschiedenen Excretionen addirte, und von der erhaltenen Summe das Gewicht des Thieres vor dem Experiment abzog und diesen Rest als die während des Versuches aufgenommene Sauerstoffquantität betrachtete. Gegen dieses Verfahren ist, wie Marchand selbst erwähnt, nur zu erinnern, daß dabei auf die Alterationen des Stickgases keine Rücksicht genommen ist. Die Bestimmung des Stickgasgehaltes der ausgeathmeten Luft hat die größten Schwierigkeiten; durch möglichst genaue Bestimmung des Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes, unter Berücksichtigung der Volumveränderungen der ausgeathmeten Luft, kann jedoch die Frage einigermaßen untersucht werden. Auf eine, von Boussaingault befolgte, indirecte Methode zur Lösung dieser Frage werde ich unten zurückkommen. —

Als mit den chemischen Verhältnissen in genauestem Zusammenhange stehend, haben wir zuerst einige physikalische Differenzen der ein- und ausgeathmeten Luft zu erwähnen. Die Luft erleidet durch das Athmen eine Abnahme des Volums. Wenn wir auch auf die Angaben der älteren Beobachter kein großes Gewicht legen können, da sie mit unzweckmäßigen Apparaten experimentirten und Wasser als Sperrflüssigkeit anwandten, welches die Kohlensäure in nicht geringer Quantität absorbirt, so machen doch mehre exacte Untersuchungen neuerer Forscher die Volumverminderung der Luft durch das Athmen unzweifelhaft. Die einmal geathmete Luft nimmt ab nach Pfaff um $^1/_{36}$, nach Goodwyn um $^1/_{60}$ bis $^1/_{50}$,

[1]) Die Abbildung von Scharling's Apparat siehe Valentin's Physiol. §. 444.

nach Davy in verschiedenen Experimenten um $1/_{100}$, $1/_{70}$, $1/_{42}$, nach Cuvier um $1/_{50}$, nach Bostock um $1/_{80}$.

Die geringste Volumabnahme in den Versuchen von Desprez war $1/_{1986}$, die bedeutendste $1/_{42}$. Bloß einmal (in 9 Versuchen) führt Desprez eine Zunahme der Luft an, und zwar um $1/_{135}$. Gewöhnlich wird citirt, daß nach Desprez die mittlere Volumabnahme der ausgeathmeten Luft $1/_{49}$ betrage; aus den 9 Experimenten, welche Desprez detaillirter anführt, stellt sich jedoch eine Abnahme von nur $1/_{336}$ im Mittel heraus.

Berthollet stellte seine Versuche an Thieren im abgeschlossenen Raume an, und fand im Mittel eine Volumabnahme von $1/_{41}$, im Maximum aber $1/_{29}$, im Minimum $1/_{145}$. Die Volumabnahme wird um so bedeutender, je öfter dieselbe Luft geathmet wird. Viele ältere Beobachter bezeichnen als Ursache der Volumminderung die Stickstoffabsorption; es ist aber jetzt nachgewiesen, daß dieselbe einerseits von dem Verhältnisse der exspirirten Kohlensäure zu dem verbrauchten Oxygen abhängt, ein Verhältniß, das, wie genaue Versuche gezeigt haben, nicht immer dasselbe ist, und daß andererseits die Stärke der Stickgasausscheidung maaßgebend ist. Je stärker nämlich der Sauerstoffverbrauch im Verhältniß zur Kohlensäurebildung, und je geringer die Stickgasexhalation aus dem Blute ist, desto bedeutender ist die Volumabnahme der Luft beim Athmen.

Die eben betrachteten Volumverhältnisse betreffen die trockene Ausathmungsluft. Indem die eingeathmete Luft Wassergas aufnimmt, wird ihre Spannkraft und somit auch ihr Volum vermehrt. Wenn z. B., um einen von Valentin aufgeführten Fall zu wählen, bei 760 Millimeter Barometerstand, 100 Cubikcentimeter Luft eingeathmet und bei $37^0,5$ C. vollständig mit Wassergas gesättigt werden, so wird, da die Spannkraft des letzteren unter obigen Bedingungen 46,3085 Millimeter Quecksilber beträgt, das Gasvolum auf $\frac{100 \cdot 760}{760 - 46,3085} = 106,488$ Cubikcentimeter erhöht werden.

Eine weitere Ausdehnung erfährt die inspirirte Luft in den Lungen durch ihre Temperaturerhöhung, indem sie die Körperwärme annimmt. Valentin giebt an, daß die Temperatur der ausgeathmeten Luft in der Regel zwischen $+ 36^0,2$ und $+ 37^0,5$ C. schwankt, und daß bei Wärmegraden, welche die Körpertemperatur übersteigen, die Wärme der exspirirten Luft nur sehr wenig die normalen Verhältnisse übertrifft und hinter der Wärme der inspirirten Luft zurückbleibt. So war in einem Versuche, den Valentin in einem möglichst stark geheizten Zimmer an sich selbst anstellte, die Lufttemperatur $41^0,87$, während die von ihm ausgeathmete Luft nur $38^0,12$ warm war. Athmete er eine Luft von $+ 10^0,62$ ein, so betrug die Temperatur der Ausathmungsluft $35^0,93$. Demnach würde ein, innerhalb der bezeichneten Grenzen sich bewegender Temperaturunterschied von $31^0,25$ C. eine Wärmedifferenz der exspirirten Luft von nur $2^0,18$ C. bedingen.

Die ausgeathmete Luft unterscheidet sich in chemischer Hinsicht von der eingeathmeten durch ihren Reichthum an kohlensaurem und Wassergas, und ihren geringeren Gehalt an Oxygen. Die Verhältnisse des Stickgases sind, wenigstens durch directe Untersuchungen, sehr schwer zu erörtern, da dasselbe nur in höchst geringen, fast innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler liegenden Quantitäten zn variiren scheint. Außerdem enthält die ausgeathmete Luft sehr kleine Quantitäten flüchtiger organischer Materien, und, wie aus in neuester Zeit angestellten Untersuchungen hervorzugehen scheint, von Ammoniak.

Betrachten wir zuerst die Kohlensäure, die von jeher vorzugsweise und mit den zureichendsten Hülfsmitteln untersucht worden ist, und deren quantitative Verhältnisse im Allgemeinen auch für die übrigen bei der Respiration zu betrachtenden Gasarten, überhaupt für die Energie des gesammten Athmungsprocesses maaßgebend sind. 100 Volumtheile ausgeathmeter Luft enthalten Kohlensäure:

	im Mittel	Maximum	Minimum	Differenz zwischen Maxim. und Min.
nach Brunner und Valentin	4,380	5,495	3,299	2,196
nach meinen Beobachtungen [1]):	4,334	6,220	3,358	2,862

Die vielen, von älteren Beobachtern herrührenden Daten über die procentigen Verhältnisse der Kohlensäure, von denen Manche 5 bis 8, ja Einer sogar 10 % als Norm angeben, resultiren aus unzweckmäßigen chemischen Untersuchungsmethoden, sowie aus fehlerhaftem Ansammlen der exspirirten Luft. Auch scheint eine Kohlensäurequantität von 3 bis 4 %, wie H. Davy und Prout angeben, nicht die Regel zu sein [2]).

Die älteren Angaben über den Sauerstoffgehalt der ausgeathmeten Luft haben keinen Werth mehr; so hegte selbst H. Davy gegen seine, mit dem unzuverlässigen Salpetergaseudiometer gemachten Sauerstoffbestimmungen in der Folge gegründete Zweifel. 100 Volumina exspirirter Luft enthalten nach den Versuchen von Valentin und Brunner im Mittel 16,033, im Maximum 17,246, im Minimum 14,968 Theile Sauerstoffgas. Es verschwinden also aus der geathmeten Luft im Mittel 4,782 Volumprocente Sauerstoff, eine Angabe, die jedoch wegen der Volumverminderung der geathmeten Luft einer Berichtigung bedarf, wenn man den Oxygengehalt der ein- und ausgeathmeten Luft mit einander vergleicht.

Die Untersuchungen über den Stickgasgehalt der ausgeathmeten Luft haben, bis auf einige, in neuester Zeit angestellte Forschungen fast nur noch historischen Werth. Manche ältere Beobachter wollen eine Stickstoffabsorption durch das Athmen in bedeutendem Maaße gefunden haben; nach H. Davy soll sich z. B. der absorbirte Stickstoff zum absorbirten Sauerstoff wie 1:10 verhalten; nach Humboldt und Provençal verzehren die Fische das im Wasser gelös'te Stickgas im Verhältnisse zum Sauerstoffgas wie 1:2. Während nicht wenige Forscher, z. B. schon Lavoisier, keine Alteration des Stickgases durch das Athmen annehmen, fanden andere eine

---

[1]) Brunner und Valentin machten 34 Beobachtungen an 3 Erwachsenen. Meine Angaben resultiren aus fast 600, an mir selbst, während 5/4 Jahren angestellten Beobachtungen. Ich habe die Angabe der Mittel aus den 5 höchsten und den 5 niedersten Werthen für das Zweckmäßigste erachtet.

[2]) Die Gasquantitäten, namentlich diejenigen, die sich auf meine Versuche beziehen, werde ich, der Kürze halber, in der Regel nur nach dem Volum anführen. Die Reduction der Volummengen in Gewichtsmengen kann der Leser leicht selbst vornehmen. 1 Cubikcentimeter wasser- und kohlensäurefreie Atmosphäre von 0° und 336 par. Lin. Pression, wiegt nach Dumas und Boussaingault 0,0012995 Gramme.

1 Cubikcentimeter Sauerstoffgas	0,0014368	»
» » » Stickgas	0,0011423	»
» » » Kohlensäuregas	0,0019756	»

Manche Schriftsteller geben statt der Kohlensäure den entsprechenden Carbonwerth, der für 100 Theile Kohlensäure 27,27 ausmacht. Einige Chemiker geben jedoch eine andere Zahl an; so nimmt Marchand, zufolge seiner und Erdmann's Untersuchungen über das Atomgewicht des Kohlenstoffs, in der Kohlensäure 26,7 Theile Carbon an. Obschon dadurch nicht ganz unerhebliche Differenzen entstehen, so habe ich doch vorgezogen, die Angaben dieser Forscher unverändert zu lassen.

Vermehrung desselben, wie Nysten, Dulong, Despretz. Valentin und Brunner kommen zufolge ihrer Untersuchungen zu dem Schlusse, daß das Stickgas höchst wahrscheinlich keine, oder nur höchst unbedeutende Veränderungen zeige; aber gerade diese geringen Mengen sind für die Respiration, da sie sich in einem größeren Zeitraume, z. B. in 24 Stunden, bedeutend summiren, von großem Interesse. Der procentige Stickgasgehalt der ausgeathmeten Luft beträgt nach Brunner und Valentin im Mittel dem Volum nach 79,587, dem Gewichte nach 76,081, so daß durch das Athmen allerdings eine Ausscheidung von 0,402 Volumprocenten Stickgas resultiren würde. Bei der Berechnung der Gewichtsprocente muß natürlich, da die Ausathmungsluft das schwere Kohlensäuregas enthält, die Gewichtsproportion des Stickgases abnehmen. Boussaingault suchte diese höchst schwierige, durch unsere analytischen Hülfsmittel direct kaum annähernd zu lösende Frage, auf indirectem Wege dadurch zu bestimmen, daß er die in der Nahrung aufgenommene Stickstoffquantität mit dem durch die sensibelen Excretionen ausgeschiedenen Stickstoffe verglich. Er erhielt bei einer mit Hirse gefütterten Turteltaube in zwei, bei 8° bis 10° C. angestellten Versuchsreihen, während welcher das 186 Gramme schwere Thier keine erheblichen Variationen des Körpergewichtes zeigte, folgende Ergebnisse.

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Salze
Elementaranalyse der Nahrung	in 12 Tagen	76,97	10,51	69,76	5,51	4,31
Elementaranalyse der Excrete	in 12 Tagen	15,73	1,97	8,46	3,59	4,35
Ausscheidung durch die Respiration (oder vielmehr durch Lungen und Haut)	in 12 Tagen	61,24	8,54	56,30	1,92	
Ausscheidungen in 24 Stunden	durch die Respiration	5,10	0,71	4,69	0,16	
	durch die sensibelen Excretionen	1,31	0,16	0,70	0,38	0,36

Eine schon früher an einem Pferde und an einer Kuh zu gleichem Zweck von Boussaingault angestellte Untersuchung ist in dem die Ernährung betreffenden Artikel dieses Werkes, S. 396 u. s. w. mitgetheilt.

Demnach verhält sich die von der Taube durch die Respiration ausgeschiedene Kohlensäure zum exhalirten Stickgas ungefähr wie 100 : 1, ein Resultat, welches leicht einsehen läßt, daß die directe Bestimmung des durch die Lungen ausgeschiedenen Stickgases den größten Schwierigkeiten unterliegt. Die durch die insensibelen Excretionen ausgeschiedenen Stickgasquantitäten machen den dritten Theil von der in dem Futter genossenen Stickstoffmenge aus. Der Umstand, daß auch die Haut bei der Ausscheidung von Gasen betheiligt ist, kann übrigens die eben erwähnten Resultate etwas modificiren, doch bleibt die Stickgasausscheidung durch die Lungen eine unleugbare Thatsache. Marchand behauptet nach seinen Untersuchungen, daß der Stickstoff, wie schon aus theoretischen Gründen hervorgehe, nicht im unverbundenen Zustande, sondern als Ammoniak exhalirt werde, ein Gegenstand, auf welchen ich unten zurückkommen werde.

Die ausgeathmete Luft enthält ferner bedeutende Quantitäten von Wassergas. Ob sie jedoch damit beim ruhigen Athmen gesättigt ist, wie schon von Lavoisier und in neuester Zeit von Valentin behauptet worden ist, eine Annahme, der auch ich in meiner Physiologie des Athmens gefolgt bin, scheint mir noch nicht erwiesen zu sein. Ja es scheint aus Valentin's Beobachtungen selbst hervorzugehen, daß die Sättigung nicht vollständig genug ist. Er sagt nämlich [1]), »man muß sich in Acht nehmen, daß nicht das Individuum unmittelbar vor dem Versuche getrunken hat, weil dann die stärker befeuchteten Oberflächen auch mehr verdampfen lassen,« und er führt selbst ein Beispiel an, daß ein Individuum bei langsamer Respiration in 1 Minute in 2 Experimenten 0,205 und 0,270 Gramme Wasser von sich gab, während es nach vorhergegangenem Wassertrinken 0,467 und 0,480 Gramme exhalirte. Aus später von Valentin mitgetheilten Versuchen [2]) würde bloß hervorgehen, daß vorhergegangenes Wassertrinken ohne Einfluß auf die Wasserexhalation durch das Athmen ist, keineswegs aber, daß die Ausathmungsluft mit Wassergas gesättigt ist. Deßhalb ist auch der Werth von Valentin's Bemühungen, nach den von einem Individuum in einer gewissen Zeit exspirirten Wasserquantitäten die Volummenge der ausgeathmeten Luft zu berechnen, so viel Verdienstliches dieselben auch haben, noch nicht außer Zweifel gestellt. Bei derartigen Experimenten, die übrigens ganz leicht anzustellen sind, müßte auf die Temperatur der ein- und ausgeathmeten Luft, sowie vor Allem auf die exspirirten Luftvolumina Rücksicht genommen werden, und, da die Sättigung der Luft mit Wassergas vor Allem von der Zeitdauer ihres Verweilens in den Respirationsorganen abhängt, Experimente über den Wassergehalt der durch Exspirationen von verschiedener Dauer ausgeathmeten Luft angestellt werden. Magendie will nach Injection von Wasser in die Vene eines Hundes eine stärkere Wasserausscheidung durch die Lungen gesehen haben; ob dieses von der stärkeren Befeuchtung der Respirationsschleimhaut herrührt, oder von tieferen und häufigeren Athemzügen, die das Thier ohne Zweifel in Folge der durch die Wasserinjection verursachten Athmungsnoth machte, wage ich nicht zu entscheiden.

Endlich enthält die Ausathmungluft, wenn dem Blute direct oder vom Nahrungskanal aus verdampfbare Stoffe beigemischt werden, gewisse Quantitäten von letzteren, z. B. Camphor, Moschus, Asa foetida, Alkohol, Phosphor u. s. w. In schweren Fällen von Harnverhaltung fand man einen urinösen Geruch des Athems [3]).

Die folgende Tabelle, die auf die Versuche von Desprez basirt ist, enthält eine Uebersicht der relativen Verhältnisse der Gase der Exspirationsluft.

---

[1]) Physiologie, §. 421.

[2]) Canstadt's und Eisenmann's Jahresbericht. 1844.

[3]) Ilmoni, in Zeitschr. f. d. gesammte Med. von Oppenheim. 1843. Sept.

Thiergattung.	Verhältniß der verschwundenen Luft zur eingeathmeten Luft[1])	Verhältniß des exspirirten kohlensauren Gases zum absorbirten Sauerstoffgas	Verhältniß des absorbirten und nicht zur Kohlensäurebildung verwandten Sauerstoffes zum Gesammtvolum des absorbirten Oxygens	Verhältniß des ausgeschiedenen Stickgases zur gesammten eingeathmeten Luft
Erwachsenes Kaninchen	—1 : 317	1 : 1,32	1 : 4,1	1 : 57
6 Kaninchen von ½ Monat	—1 : 63	1 : 1,41	1 : 3,4	1 : 115
3 erwachsene Meerschweinchen	+1 : 135	1 : 1,28	1 : 4,7	1 : 45
5jährige Hündin	—1 : 108	1 : 1,43	1 : 3,1	1 : 35
7monatliche Hündin	—1 : 76	1 : 1,51	1 : 3,0	1 : 63
2 Hündinnen von 1 Monat	—1 : 42	1 : 1,55	1 : 2,4	1 : 43
Kater von 2 Jahren	—1 : 138	1 : 1,42	1 : 3,4	1 : 91
3 männliche erwachsene Tauben	—1 : 1986	1 : 1,30	1 : 4,3	1 : 67
Virginische Ohreule (erwachsen)	—1 : 159	1 : 1,64	1 : 2,5	1 : 66

Die absoluten Quantitäten der Gase variiren in Folge einer Menge bekannter und unbekannter Einflüsse bedeutend. Ohne schon jetzt auf die Untersuchung der letzteren einzugehen, wollen wir vorläufig bloß zur Kenntniß der Mittelwerthe zu gelangen suchen, um einen Anhaltspunkt für die später zu betrachtenden mannichfaltigen Modificationen derselben zu gewinnen.

Die meisten Forscher sind durch folgendes Verfahren zu ihren Resultaten gekommen; sie multiplicirten die Zahl der Athemzüge mit den hinsichtlich des Volums einer Exspiration aufgefundenen Werthen, und erhielten so das in einer bestimmten Zeit überhaupt ausgeathmete Luftvolum, welches sodann für einen beliebigen Zeitraum berechnet werden konnte, und womit sich die über die procentige Zusammensetzung der Exspirationsluft erhaltenen Resultate verbinden ließen. Da aber die Zustände unseres Körpers, und namentlich der Respiration, innerhalb eines größeren Zeitraumes, z. B. 24 Stunden, bedeutend variiren, so versteht es sich von selbst, daß die Mehrzahl der Forscher zu kaum annähernd brauchbaren Ergebnissen gelangt ist. Dazu kommt noch, daß die meisten Beobachter, aus früher angegebenen Gründen, die Zahl und Tiefe der Athemzüge bedeutend überschätzten, weßhalb ihre Angaben, wegen der bedeutenden Multiplicationsfehler, unbrauchbar sind. So würde nach Coathupe das innerhalb 24 Stunden von einem Erwachsenen ausgeathmete Luftvolum 53,7 Cubikmeter, nach H. Davy 65,6 bis 82,0 Cubikmeter, ja nach Corrigan selbst 188,6 Cubikmeter betragen!

Dumas nimmt an, daß in 24 Stunden etwa 8 Cubikmeter Luft exspirirt werden. Wenn ich meine, im Zustande der Ruhe gemachten Beobachtungen für die gleiche Berechnung zu Grunde legen wollte, so würde, da ich in 1 Minute im Mittel 6034 Cubikcentimeter Luft ausathme, das von

---

[1]) -- zeigt, worauf schon die Ueberschrift der Rubrik hinweis't, eine Abnahme des Volums an; + dagegen eine Zunahme.

mir in 24 Stunden ausgeathmete Luftvolum 8688960 Cubikcentimenter betragen, was mit der Angabe von Dumas nahe übereinstimmt. Da jedoch einen nicht unbeträchtlichen Theil des Tages hindurch in Folge körperlicher Bewegung meine Respiration energischer von Statten geht, so muß das berechnete Luftvolum für den Zeitraum von 24 Stunden zu gering sein, und ich glaube, dasselbe zu 11 bis 12 Cubikmeter anschlagen zu können. Ein sehr gutes Mittel, diese Frage zu lösen, bieten die schönen Beobachtungen von Scharling. Ein erwachsener, sehr kräftiger Mann athmete in 24 Stunden, dem genannten Forscher zufolge, 239 Gramme Kohlenstoff, = 867 Gr. Kohlensäure aus, welche bei 0° und 336''' Bar. ein Volum von 443409 Cubikcentimeter einnehmen. Wenn nun nach meinen Beobachtungen im Mittel 100 Raumtheile Exspirationsluft 4,334 Theile Kohlensäuregas enthalten, so würde das Gesammtvolum der Luft, welche der von Scharling beobachtete Mann innerhalb 24 Stunden, im nicht angestrengten Zustande exspirirte, 10230941 Cubikcentimeter betragen. Da Scharling's Resultate, wegen der großen Vorzüge seiner Methode, hinsichtlich der absoluten Kohlensäuremenge die zuverlässigsten von allen sind, und da das von mir zu Grunde gelegte Mittel das Ergebniß vieler Hunderte von eigenen Beobachtungen ist, so glaube ich, daß die darauf basirte Berechnung der Wahrheit sehr nahe kommt. Die Frage ist, wie wir später sehen werden, sehr wichtig, da wir dadurch den von Seiten der Respiration bedingten Wärmeverlust des Körpers genau berechnen können.

Um die Unhaltbarkeit der Angaben zu zeigen, welche von fast allen Schriftstellern hinsichtlich der durch das Athmen ausgeschiedenen Luftvolumina gemacht worden sind, wähle ich z. B. nur die Daten von H. Davy, und zwar dessen Minimalwerthe. Nach ihm werden in 24 Stunden 65,6 Cubikmeter Luft, also $6\frac{1}{2}$ mal so viel exspirirt, als ich durch die so eben angestellte Berechnung gefunden habe. Schlagen wir wieder die Gesammtmenge der in gleicher Zeit ausgeschiedenen Kohlensäure auf 876 Gramme an, so würde die exspirirte Luft, Davy's Resultaten zufolge, nur 0,666 Volumprocente Kohlensäure enthalten können, ein Ergebniß, das von der Wahrheit außerordentlich abweicht.

Wenn wir die oben erwähnte Angabe Scharling's hinsichtlich der ausgeathmeten Kohlensäure zu Grunde legen, und die Berechnung des absorbirten Sauerstoffes nach den von Brunner und Valentin, hinsichtlich des mittleren Verhältnisses [1]) der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verschwundenen Sauerstoffe, aufgefundenen Resultaten unternehmen, so würde ein erwachsener kräftiger Mann, im nicht angestrengten Zustande, in 24 Stunden 746 Gramme = 520601 Cubikcentimeter Oxygengas verzehren; den in der gleichen Zeit exspirirten 876 Grammen Kohlensäure entsprechen 637 Gramme Sauerstoff, so daß etwa $\frac{1}{7}$ von dem absorbirten Sauerstoff nicht zur Kohlensäurebildung verwandt würden.

Die Ausathmungsluft enthält in 24 Stunden nach Valentin im Mittel gegen 500 Gramme Wasser; Lavoisier giebt in seiner letzten Arbeit 727 Gramme, Abernethy 275, Prout 596, Thomson 559, Dalton 588, Hales 633 Gramme an.

Die Verhältnisse des Stickgases sind schon oben erörtert worden; es fehlen uns darüber hinsichtlich des Menschen alle zuverlässigen Daten. —

[1]) Dieses Verhältniß ist kein constantes, wie diese verdienten Forscher angenommen haben. Ihre Angaben sind jedenfalls zur Berechnung der mittleren Werthe in hohem Grade brauchbar.

Da obigen Thatsachen zufolge die durch die Lungen vermittelte Aufnahme und Ausscheidung von Stoffen sehr beträchtlich ist und ohne Unterbrechung vor sich geht und da durch die Lungen im Vergleiche selbst zu den blutreichsten Organen, eine außerordentlich große Quantität von Blut durchströmt, so muß auch der Stoffwechsel in der Substanz der Lungen unter allen Körpertheilen bei weitem am stärksten sein. Die rapide Entstehung und Rückbildung vieler Lungenkrankheiten, die erstaunend schnelle Heilung einfacher, mit keinen gefährlichen Complicationen verbundenen Lungenwunden beweisen das Gesagte hinreichend. Leblanc und Trousseau [1]) überzeugten sich durch Experimente an Thieren, daß oberflächliche Lungenwunden, wenn keine bedeutende Gefäße verletzt waren und für Verschluß der den Thorax penetrirenden Wunde gesorgt wurde, schon nach 2 Stunden mit plastischem Gerinnsel verklebt und nach 2 Tägen völlig consolidirt waren, so daß ihre Spuren öfters nur mit Mühe entdeckt werden konnten. Da die serösen Häute in innigem Rapporte zu den von ihnen umhüllten Organen stehen, so müssen wir in der Pleura ebenfalls einen sehr energischen Stoffwechsel annehmen. Die Häufigkeit pleuritischer Affectionen in unserem Klima, sowie die oft außerordentlich schnelle Resorption von in der Brusthöhle enthaltenen Ergüssen der verschiedensten Art spricht dafür. Leblanc und Trousseau, sowie Hertwig [2]) überzeugten sich von der schnellen Heilung der Wunden der Pleura, namentlich wenn die letzteren nicht, oder doch nur auf einige Augenblicke mit der Luft in Contact waren. Die Gifte wirken, wie Orfila [3]) zeigte, sehr schnell, wenn sie in die Brusthöhle injicirt werden, zum Beweis für die rasche Resorption durch die Pleura.

Bei dem Säugethierfötus wird die Aufnahme und Ausscheidung der Gase des Blutes durch die Placenta vermittelt, indem die Capillargefäße der Nabelarterien Stoffe aus den Uteringefäßen der Mutter exosmotisch aufnehmen und in die letzteren abgeben. Die Respiration — so müssen wir diesen, in vieler Hinsicht mit dem Kiemenathmen, oder richtiger Wasserathmen vergleichbaren Proceß allerdings bezeichnen — geschieht beim Fötus viel weniger energisch als bei dem in der Luft athmenden Thiere, worauf schon die kaum, oft selbst gar nicht bemerkbaren Farbenunterschiede zwischen dem Nabelarterien- und Nabelvenenblut, zugleich aber die geringe Eigenwärme des Fötus hinweis't. Wir können nicht entscheiden, ob der in Folge von Unterbrechung der Circulation durch den Nabelstrang bald eintretende Tod mehr in Folge der gehinderten Aufnahme und Ausscheidung flüssiger Stoffe entsteht, oder ob er vorzugsweise eine Wirkung des gehemmten Gaswechsels zwischen dem Blute der Mutter und des Fötus ist.

Die Eier, z. B. der Vögel, absorbiren, sie mögen befruchtet sein oder nicht, wenn sie mit der Luft in Contact kommen, Oxygengas, während sie kohlensaures und Wassergas exhaliren. Durch diesen Proceß wird eine Volumminderung des Eiweißes hervorgebracht, so daß mit zunehmendem Alter des Eies das Eiweiß immer mehr von dem stumpfen Ende der Schale zurückweicht und sich daselbst Luft ansammelt. Die in dem Luftraume des Eies befindliche Luft hält etwas mehr Sauerstoff, als die atmosphärische Luft (nach Bischoff 0,22 bis 0,245, nach Dulk 0,25 bis 0,27 Volumprocente),

---

[1]) Tessier, Ann. de l'agric. franç. 1834.

[2]) Kürs, Jahresber. über die Fortschr. der Viehzucht und Thierheilk. i. J. 1834. Berlin 1835.

[3]) Traité des poisons. Paris 1827. 3. Ed.

bei der Bebrütung nimmt jedoch der Oxygengehalt ab, und es finden sich gegen 6 % Kohlensäuregas im Luftraume. In irrespirabelen Gasen können, wie Viborg und Schwann zeigten, die Vogeleier sich nicht entwickeln; befruchtete Hühnereier entwickeln sich, nach Baudrimont und Martin Saint-Ange in Wasserstoff- und Kohlensäuregas, allerhöchstens bis zum dritten Tage; sie enthalten, wenn es bis zur Bildung von Gefäßen kommt, kein rothes Blut. Nach Prout verliert ein Hühnerei, ohne bebrütet zu werden, zwei Jahre hindurch im Durchschnitt täglich 3/4 Gran. Diese Gasausscheidung erfolgt aber sehr rasch bei der Bebrütung, indem die Eier nach Prout, Dumas und Prevost während der Bebrütungszeit 0,13 bis 0,16 ihres Gewichtes verlieren.

Baudrimont und Martin Saint-Ange stellten Untersuchungen über die Respiration des bebrüteten Hühnereies an; dieselbe beträgt in 24 Stunden:

	9ter bis 10ter Tag		16ter bis 19ter Tag	
	Absolute Quantität in Grammen	Relative [1] Quantität	Absolute Quantität in Grammen	Relative Quantität
Gesammtverlust des Eies	0,5495	0,02626	0,6895	0,04172
Ausscheidung an Wasser .	0,5193	0,02586	0,6168	0,03684
» » Carbon .	0,0238	0,00118	0,0749	0,00447
» » Hydrogen	0,0066	0,00036	0,0068	0,00040
Absorbirter Sauerstoff . .	0,1148	0,00574	0,1798	0,01017
Exspirirte Kohlensäure . .	0,0711	0,00433	0,1996	0,01192
Wasserbildung [2]	0,0579	0,00288	0,0613	0,00366

Demnach nimmt die Kohlensäureausscheidung in den späteren Perioden der Bebrütung bedeutend zu, während die Absorption des nicht zur Kohlensäurebildung verwandten Sauerstoffes sich gleich bleibt, resp. eine relative Abnahme zeigt. Ueber die Verhältnisse des Stickgases geben jene Forscher keine Auskunft. —

Von großem Interesse sind die von Treviranus und J. Müller angestellten Vergleichungen der Ausscheidung der Kohlensäure in den verschiedenen Thierclassen, wobei die exspirirten Quantitäten auf die gleiche Gewichtsmenge der Thiere reducirt wurden. Da jedoch die Thatsachen, auf welche sich jene Forscher stützten, zum Theil modificirt worden sind, so habe ich vorgezogen, die Beobachtungen aus der neuesten Zeit zu benutzen. In den vier Classen der Wirbelthiere würde sich demnach die Kohlensäureausscheidung folgendermaßen verhalten:

	100 Gramme Körpergewicht liefern Kohlenstoff in 24 Stunden.	
Schleihe (Humboldt und Provençal)	: 0,024 Grm.	= 1
Frosch (Marchand)	: 0,087 »	= 4
Mensch (Scharling)	: 0,292 »	= 12
Taube (Boussaingault)	: 2,742 »	= 114

[1]) Das Gewicht des Eies gilt als Einheit.
[2]) In dieser, sowie in mancher der folgenden Tabellen werden die Thatsachen in

Die Erfahrungen über das Nahrungsbedürfniß des Menschen und dieser Thiere entsprechen so ziemlich den die Energie des Respirationsprocesses darstellenden Zahlen. In hohem Grade variirt die Carbonausscheidung bei den wirbellosen Thieren, worüber Treviranus nachzusehen ist. Die Biene erzeugt, um nur ein Beispiel anzuführen, bei $11\frac{1}{2}^0$ fast ebenso viel und bei 22^0 weit mehr Kohlensäure, als gleiche Gewichtstheile einer Taube.

Ueber das Athmen in künstlichen Gasarten.

Seit Bergmann und Priestley wurden vielfache Versuche über das Athmen in künstlichen Gasarten angestellt. Man erkannte, daß bloß eine Mischung von Sauerstoff und Stickgas, und zwar nur in dem Verhältnisse, welches sie in der atmosphärischen Luft zeigen, zur Unterhaltung des Lebens dienen kann. Reines Sauerstoffgas und das Stickstoffoxydulgas können jedoch, freilich nur auf kurze Zeit, ohne schädliche Folgen eingeathmet werden, während alle übrigen Gase zur Unterhaltung des Lebens untauglich sind, und zwar, wie man seit Davy mit Recht annimmt, entweder bloß auf negative Weise, weil sie den zur Respiration nothwendigen Sauerstoff nicht enthalten, oder positiv, indem sie als Gifte wirkend eine zersetzende Wirkung auf die Schleimhaut der Respirationsorgane und das Blut ausüben und, sobald sie eingeathmet werden, sogleich eine krampfhafte Verschließung der Stimmritze veranlassen.

Die Versuche über das Athmen der künstlichen Gasarten sind für das Verständniß der Respiration von unschätzbarem Werthe, und es ist sehr zu wünschen, daß dieselben mittelst der dem gegenwärtigen Standpunkte der Chemie entsprechenden Hülfsmittel wiederholt werden möchten. Marchand macht den älteren Forschern den gegründeten Vorwurf, daß sie selten vollkommen reine Gase angewandt haben, weßhalb nicht wenige von ihnen zu falschen Resultaten gelangt sind; namentlich ist eine, wenn auch nur geringe Beimischung von Sauerstoffgas von größtem Einfluß, indem dadurch die Respiration länger unterhalten werden kann, als wenn man sauerstofffreie Gasarten anwendet. Da aber manche der älteren Untersuchungen durch keine neueren ersetzt sind, so bin ich genöthigt, dieselben, da ihnen ein relativer Werth nicht abgesprochen werden kann, zu benutzen.

Nach dem Einathmen von Sauerstoffgas, welches H. Davy öfters und zwar 3 bis 5 Minuten hindurch, in einer Quantität von 7560 bis 9450 Cub.-Cent. inspirirte, und das selbst 10 Minuten geathmet werden konnte, wird der Puls kräftiger, frequenter, die Zahl und Tiefe der Athemzüge nimmt unter einer angenehmen Empfindung von Wärme und Leichtigkeit in der Brust zu. Erst gegen das Ende des Versuches treten Beklemmungen ein, die Augen werden roth und glänzend; die Haut geräth, unter einem über den ganzen Körper sich verbreitenden Wärmegefühl, in Schweiß; die Muskelkraft und die geistigen Functionen werden erhöht. Thiere, welche in abgeschlossenem Sauerstoffgas athmeten, sind leichter aus dem asphyktischen Zustand in's Leben zu rufen, auch sterben sie erst später, als in abgeschlossener Luft. Die Muskelreizbarkeit erlischt langsamer als gewöhnlich; das Blut ist selbst in den Venen scharlachroth und sehr gerinnbar; die Lungen

---

der Ausdrucksweise der unten ausführlich darzustellenden Hypothese angeführt, nach welcher der größte Theil des inspirirten Sauerstoffes an das Carbon der Organtheile zur Bildung von Kohlensäure tritt, während ein kleiner Theil Oxygen sich mit dem Wasserstoffe der Organe zur Wasserbildung vereinigt.

befinden sich im Zustande einer bedeutenden Congestion und sind hochroth gefärbt. Bei Thieren, die vorher in Oxygengas geathmet haben, tritt der Tod, wenn sie in irrespirabe Gasarten oder unter Wasser gebracht werden, wie Beddoes zeigte, später ein, als wenn sie vorher in atmosphärischer Luft geathmet haben.

Lavoisier und Seguin wollen an Meerschweinchen beim Athmen in Sauerstoffgas keine Vermehrung der Kohlensäure bemerkt haben. Davy erhielt sogar eine geringere Ausscheidung von Kohlensäure und eine theilweise Absorption der geringen, vor dem Experiment in den Lungen vorhandenen Stickgasquantität, Resultate, die durchaus falsch sind. Allen und Pepys stellten über das Athmen in Sauerstoff mehre Versuche an. In ihrem 16ten Versuche wurde fast reines Oxygen $9^1/_3$ Minuten hindurch geathmet. Sie erhielten folgende Resultate:

	Gesammt. Luftvol.	Oxygen	Stickgas	Kohlensäure	Zusammensetzung der Luft in 100 Volumtheilen		
	in Cubik-Centimetern				Stickgas	Oxygen	Kohlens.
Vor dem Versuch	53464,0	52135,6	1328,4	—	2,5	97,5	
Nach dem Versuch	52365,2	43463,1	3141,9	5760,2	6,0	83,0	11,0
Absorbirt . .	1098,8	8672,5					
Exhalirt . .	—	—	1813,5	5760,2			

Von ganz besonderem Interesse ist der 17te Versuch von Allen und Pepys, indem einer der Experimentatoren während $8^3/_4$ Minuten 54686 Cub.-Cent. Sauerstoffgas und 1402 Cub.-Cent. Stickgas athmete, mit dem geathmeten Gas, welches um 1936 Cub.-Cent. abgenommen hatte, 13 Gasometer füllte und die in letzteren enthaltene Exspirationsluft chemisch untersuchte. Die Resultate sind folgende [1]):

Nro.	Inhalt	Kohlens.	Stickgas	Oxygen
des Gasometers in C.-C.		in 100 Vol. Luft.		
1	4100	9	25	66
2 u. 3	9216	10,5	10	79,5
4—12	39065	12,3	5,7	82,0
13	1771	12,5	5,5	82,0

In zwei, an einer Taube gemachten Versuchen fanden sie ebenfalls die Quantität des absorbirten Sauerstoffes viel bedeutender, als die des exspirirten kohlensauren Gases; außerdem bemerkten sie eine bedeutende Ausscheidung von Stickgas.

Marchand erhielt bei Fröschen, die er in Sauerstoffgas athmen ließ, folgende Ergebnisse:

[1]) In den Angaben von Allen und Pepys sind einige Widersprüche und unzweckmäßige Berechnungen, die ich mir zu verbessern erlaubt habe.

100 Gramme Frosch absorbiren in 24 Stunden in atmosph. Luft Oxygen 0,1741 Gr. — exhaliren Kohlenstoff 0,0522.

100 Gramme Frosch absorbiren in 24 Stunden in Sauerstoffgas, Oxygen 0,2237 Gr. — exhaliren Kohlenstoff 0,05608.

Obigen Experimenten zufolge ist die Sauerstoffabsorption viel stärker beim Athmen in Sauerstoff als in atmosphärischer Luft. Während die von Allen und Pepys geathmete atmosphärische Luft 8% Sauerstoff verlor [1]), wurden von 100 Vol. Oxygengas 17 Theile absorbirt. Bei Fröschen verhält sich die Sauerstoffabsorption in atmosphärischer Luft und in Oxygengas wie 1 : 1,3. Die Kohlensäureausscheidung wird dagegen nur wenig erhöht, so daß beim Athmen von reinem Sauerstoffgas verhältnißmäßig viel mehr Sauerstoff absorbirt, als Kohlensäure gebildet wird. Marchand fand bei Fröschen, daß die Sauerstoffquantität, welche nicht in der ausgeathmeten Kohlensäure enthalten war, das Doppelte von der beim Athmen in atmosphärischer Luft absorbirten und zur Kohlensäurebildung nicht verwendeten Sauerstoffmenge betrug. Das Sauerstoffgas erleidet ferner beim Athmen eine viel bedeutendere Volumabnahme, als die atmosphärische Luft; diese Minderung beträgt nach Davy $^1/_{15}$, nach Allen und Pepys $^1/_{58}$ (in atmosphärischer Luft nach den letztgenannten Forschern nur $^1/_{122}$). Die Ursache ist die bedeutende Oxygenabsorption beim Athmen in reinem Sauerstoffgas, welche durch die Ausscheidung der Kohlensäure und des Stickgases bei weitem nicht compensirt wird. Endlich findet eine bedeutende Ausscheidung von Stickgas Statt. Allen und Pepys sind zwar geneigt, das in der ausgeathmeten Luft enthaltene Stickgas als von den Lungen herrührend zu halten; dieses ist aber nur zum Theile möglich, da der Experimentirende vor dem Versuche eine möglichst starke Exspiration machte. Wenn wir die Gasmenge, welche trotz der starken Ausathmung vor dem Experiment in den Lungen zurückblieb, auf 1000 C. C. anschlagen (eine Quantität, die wir absichtlich sehr hoch annehmen, um die Thatsache der Stickgasexhalation desto besser beweisen zu können), so enthielten dieselben 792 C. C. Stickgas. Nun wurden von Allen während des 16ten Versuches 1813, während des 17ten 2852 C. C., im Mittel 2332 C. C. Stickgas exhalirt, so daß immer noch, wenn wir jene 792 C. C. abziehen, 1540 C. C. Stickgas als aus dem Blute herrührend angesehen werden müssen, wobei ich die nach dem Experiment in den Lungen noch vorhandene Stickgasquantität nicht einmal rechnen will, die — zufolge Versuch 17 — sich auf etwa 5,5 % des Gasinhaltes der Lungen beläuft. Aus dem 17ten Versuche Allen's geht endlich hervor, daß die Kohlensäurebildung zu Ende des Experimentes zunimmt, was auch mit der Stickgasausscheidung der Fall ist, indem zu Anfang des Experimentes, während in dem zu athmenden Gasgemische mit Einschluß der in den Lungen restirenden atmosphärischen Luft 22,9 % Stickgas enthalten waren, in der exspirirten Luft bloß eine Zunahme von 2,1 % Stickgas gefunden wurde, wogegen zu Ende des Experimentes, als fast völlig stickstofffreies Oxygengas geathmet wurde, die ausgeathmete Luft $5^1/_2$ % Stickgas enthielt. Endlich nimmt auch die Sauerstoffabsorption im Verlaufe des Versuches zu, indem in dem mehrerwähnten Experimente anfangs nur etwa 11 % [2]), zu Ende aber 18 % Oxygen verschwanden.

---

[1]) Diese Zahl ist jedenfalls zu hoch; doch ist den Beobachtungen Allen's und Pepys ein relativer Werth nicht abzusprechen.

[2]) Die anfangs inspirirte Luft enthielt, da man die in den Lungen noch restirende

Das von H. Davy entdeckte und von diesem großen Chemiker in seinen chemischen Eigenschaften und physiologischen Wirkungen genau untersuchte Stickstoffoxydulgas zeichnet sich als ein flüchtiges Reizmittel aus. Die Mehrzahl der Beobachter empfanden beim Athmen desselben ein allgemeines Gefühl von Wohlbehagen, namentlich eine nicht unangenehme Sensation von Wärme in der Brust; sie mußten unwillkürlich tief inspiriren wegen der angenehmen Empfindung, die das Gas verursacht; der Puls wird voller, schneller. Wird das Gas jedoch etwas länger inspirirt, so hört der Einfluß des Willens auf die Bewegungen auf; es entstehen leichte Zuckungen der Gliedmaßen, oder ein unwiderstehlicher Trieb zu Bewegungen; die Experimentirenden lachen, stampfen auf den Boden, oder tanzen jauchzend umher. Es treten Sinnestäuschungen, im höchsten Grade selbst momentaner Verlust der Sinnesperception ein; die Ideenassociation wird gesteigert. Davy berichtet, daß dieser rauschähnliche Zustand einmal nach 4minutlichem Athmen von 9450 C. C. Stickoxydulgas gegen 3 Stunden bei ihm angehalten habe. Er empfand zu der Zeit, in welcher er das Gas sehr häufig athmete, keine Abnahme des Appetites, keine Erschöpfung nach den Versuchen; wohl aber ein bedeutend geringeres Schlafbedürfniß, als sonst, auch schien ihm die Empfindlichkeit der Hautnerven zugenommen zu haben. In anderen Fällen wirkte jedoch das Gas deprimirend und verursachte gleich anfangs unangenehme Vollheit im Kopfe, Schwindel, selbst Erstickungsangst. Wird es längere Zeit von warmblütigen Thieren geathmet, so ist es tödtlich; die Thiere leben aber länger darin, als in Wasserstoffgas. Mollusken sterben nach Davy früher in Stickstoffoxydulgas, als in Wasserstoffgas; dasselbe ist mit den Insecten der Fall, die schon nach einigen Secunden asphyktisch werden, während sie in Wasserstoffgas erst nach 15 bis 20 Minuten sterben. Fische gehen nach $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde zu Grunde. Unzer fand, daß verschiedene Thiere, namentlich Vögel, die er asphyktisch aus irrespirabelen Gasen herausgenommen hatte und bei denen Athmung und Herzschlag nicht mehr wahrnehmbar waren, durch Athmen in Stickoxydulgas wieder belebt wurden. Es ist auffassend, daß Menschen solche Quantitäten von Stickstoffoxydulgas athmen können, die kleine Säugethiere schon tödten. Davy athmete das Gas 3mal $4\frac{1}{2}$ Minuten lang in der Art, daß er ein und dasselbe Gasgemisch abwechselnd ein- und ausathmete. Derselbe theilt über das der Wirkung der Respiration ausgesetzte Gas folgende zwei Analysen mit:

Inspir. Gas		Temperatur	Dauer des Versuchs	Athemzüge	Gasvolum nach dem Versuch in C. C.	Ausgeathmetes Gas in 100 Raumtheilen				Verschwundenes Stickoxydulgas in C. C.
Stickoxydulgas in C. C.	Atmosphärische Luft in C. C.					Kohlensäure	Stickoxydulgas	Sauerstoff	Stickgas	
1642	32,8	12° C.	30 Sec.	7	1017	5,2	47,7	6,6	41,5	1164
2943	41,0	8° C.	40 Sec.	8	2099	4,1	69,4	3,9	22,6	1528

Zur genaueren Würdigung der in diesen zwei Experimenten aufgeführten Daten muß auf die in den Lungen vor und nach dem Versuche enthal-

atmosphärische Luft hinzurechnen muß, ungefähr 77,1 % Sauerstoff und 22,9 % Stickgas; das zu Ende des Experimentes eingeathmete Gas war dagegen fast reines Oxygengas.

tenen Gase Rücksicht genommen werden. Die Capacität der Lungen schätzt nämlich Davy nach einer starken Exspiration, die auch wirklich vor dem Experimente gemacht wurde, auf 524 Cubikcentimeter. Diese enthielten ungefähr 377 Cubikcentimeter Stickgas, 67 Kohlensäure, 80 Sauerstoffgas. Diese 524 Cubikcentimeter vermengten sich während des Experimentes mit dem eingeathmeten Stickoxydulgas, und wenn wir annehmen, daß nach dem Versuche das Gas in dem Gasbehälter dieselbe Zusammensetzung zeigte wie in den Lungen, die ebenfalls durch eine möglichst starke Exspiration entleert wurden, so betrug sämmtliches in den Lungen und Gasbehältern nach dem Experiment befindliches Gas:

	im ersten Versuche		im zweiten Versuche
Stickoxydulgas	716	Cubikcentimeter.	1813
Stickgas	640	»	595
Kohlensäuregas	85	»	111
Oxygengas	100	»	103
	1541		2622

Vor dem Versuche jedoch betrug das in den Lungen und im Luftbehälter enthaltene Gas im ersten Experimente 2198 Cubikcentimeter, im zweiten 3551; diese bestanden aus

	erster	zweiter
Stickoxydulgas	1642	2985
Stickgas	397	409
Kohlensäuregas	67	67
Oxygengas	92	90

	im ersten Versuche	im zweiten Versuche		
Also wurde absorbirt	926	1172	Cubikcentimeter	Stickstoffoxydulgas
und exhalirt	243	186	»	Stickgas
»	18	44	»	Kohlensäuregas
»	8	13	»	Oxygengas.

Das Stickoxydulgas wird demnach in sehr großen Quantitäten beim Athmen absorbirt, indem von 100 Volum. im ersten Experiment 71, im zweiten 52 Theile verschwinden, wofür aber Stickgas und Kohlensäuregas ausgeschieden wird. Die Ausscheidung von Sauerstoffgas ist wegen der geringen Quantitäten, die Davy angiebt, um so mehr problematisch, da Davy's Sauerstoffbestimmungen nicht genau sind.

Zimmermann ließ ein Kaninchen in 4 Versuchen 20 bis 31 Minuten lang reines Stickstoffoxydulgas einathmen und fand, daß die auf eine Stunde berechnete Kohlensäureausscheidung im Mittel 1,3391 Gramme (im Minimum 1,2668, im Maximum 1,4410) betrug, während dasselbe Thier in atmosphärischer Luft im Mittel aus 8 Beobachtungen bloß 0,797 (im Minimum 0,53, im Maximum 1,10) Gramme Kohlensäure exspirirte. Zugleich fand er, daß das Kaninchen beim Athmen in Stickoxydulgas seinen Behälter etwas mehr erwärmte, als in atmosphärischer Luft.

Das seit Scheele vielfach versuchte Einathmen von Wasserstoffgas ist nur einige Momente hindurch möglich; es verursacht frequente Respiration, Brustbeklemmung, Schwindel, allgemeine Muskelschwäche, selbst Verlust der willkürlichen Bewegung. Bei länger fortgesetztem Athmen von Wasserstoffgas werden die Thiere schläfrig, die Athembewegungen seltener; in der Regel erfolgt der Tod auf ruhige Weise. Davy athmete fast 1 Minute hindurch 3780 Cubikcentimeter von dem Gase in 7 Athemzügen ein. Es wird dabei aus dem Blute Stickgas und Kohlensäure (auch Sauerstoffgas ?) ausgeschie-

den, und der Behauptung mancher Forscher zufolge eine Quantität Wasserstoffgas absorbirt. Marchand macht den Beobachtungen von Spallanzani, Edwards, Collard, J. Müller u. s. w. den Vorwurf, daß dabei unreines Wasserstoffgas angewandt wurde, dem wahrscheinlich Sauerstoff beigemischt war, so daß die von den meisten früheren Forschern erhaltenen Resultate sich daraus erklären lassen. Marchand sah, daß bei Fröschen, die in Hydrogengas athmeten, viel früher, als gewöhnlich angegeben wird, der Tod erfolgt, nämlich schon nach ½ bis 1 Stunde. Ein Frosch exspirirte im Mittel in 1 Stunde 0,0197 Gramme Kohlensäure = 0,0053 Gramme Carbon; 100 Gramme Frosch liefern in Wasserstoffgas in 1 Stunde 0,0083 Gramme Carbon, in atmosphärischer Luft nur 0,0036 Gramme.

Lavoisier und Seguin sahen, daß Meerschweinchen in einem Gemenge von gleichen Volumtheilen Sauerstoff- und Wasserstoffgas ohne besondere Beschwerden athmeten; sie bemerkten dabei eine Absorption von Oxygen, nicht aber von Wasserstoffgas, welche letztere Behauptung auch Davy, zufolge seiner, übrigens durchaus nicht zuverlässigen Experimente, aufstellt. Allen und Pepys fanden bei Säugethieren, die in einem Gemenge von 21 Raumtheilen Oxygen und 79 Theilen Hydrogengas athmeten, eine Absorption an Wasserstoffgas und bei gleichzeitiger Ausscheidung von Stickgas.

Die Kohlensäure kann in ziemlich großen Quantitäten dem Sauerstoffgas beigemischt auf einige Augenblicke eingeathmet werden ohne tödtliche Folgen, wie zuerst der kühne und unglückliche Rozier[1]) bewies. Der unermüdliche Davy bemühte sich vergebens, durch willkürliche Anstrengung das Gas rein einzuathmen, indem sich jedesmal die Stimmritze krampfhaft verschloß. Dasselbe war noch der Fall, als er ein Gemisch von $^3/_5$ Kohlensäure und $^2/_5$ atmosphärischer Luft zu respiriren suchte. Ein Gasgemenge von 30 Volumprocenten Kohlensäure und 70 atmosphärischer Luft konnte er jedoch fast 1 Minute lang athmen, ohne andere Symptome als gelinden Schwindel und Neigung zum Schlafe zu verspüren. Nach Humboldt und Provençal äußert die Kohlensäure erst dann tödtliche Wirkungen auf die Fische, wenn das Wasser $^1/_8$ seines Volums von diesem Gase enthält; wurden viele Fische in wenig, hermetisch abgeschlossenem Wasser eingesperrt, so daß sie zu Grunde gingen, so theilten sie demselben höchstens $^1/_{100}$ seines Volums Kohlensäure mit[2]).

Von großem Interesse sind die von Legallois an verschiedenen Thieren angestellten Experimente über das Athmen einer viel Kohlensäure enthaltenden Atmosphäre. Die Thiere befanden sich in einem Manometer von 41720 Cubikcentimeter Inhalt. Bei den in der folgenden Tabelle mit a bezeichneten Versuchen war den Thieren zu Anfang des Experimentes atmosphärische Luft geboten; da sie sich jedoch in einem abgeschlossenen Raume befanden, so mußten sie bald eine mit einer gewissen Portion Kohlensäure erfüllte Luft inspiriren, die aber im Vergleiche zu den bedeutenden Kohlensäurequantitäten, welche sie in den mit b bezeichneten Experimenten gleich anfangs einathmen mußten, gering sind. Die Daten über den Stickgasgehalt der Luft vor und nach dem Versuche habe ich ergänzt, wobei ich, da Legallois keine näheren Angaben liefert, das Volum der Luft nach dem Versuche als unverändert betrachtete, was nicht ganz richtig ist.

---

[1]) Rozier, Journal de Physique. 28.

[2]) Der Tod erklärt sich, wie wir später sehen werden, hier durch die Erschöpfung des zum Athmen bestimmten Sauerstoffes, nicht durch die Vermehrung des Kohlensäuregehaltes des Wassers.

	Dauer des Versuches	Sauerstoff vor dem Versuche	Sauerstoff nach dem Versuche	Absorbirter Sauerstoff	Kohlensäure vor dem Versuche	Kohlensäure nach dem Versuche	Kohlensäuredifferenz vor u. nach	Stickgas vor u. nach dem Versuche	Differenz des Stickgasgehalts der Luft vor u. nach dem Versuche	Verhältniß des absorbirten Sauerstoffes zu dem anfangs vorhandenen	Verhältniß des ausgeschiedenen Stickgases zu dem anfangs vorhandenen
		reducirt auf Hunderttheile des Manometers									
Kaninchen a	3 Stunden	20,60	14,07	6,53	—	6,56	—	79,40	— 0,03	1 : 3,15	0
» b	»	10,96	5 2	2,44	47,78	44,24	— 3,54	41,26	+ 5,98	1 : 4,45	1 : 6,8
Kaninchen a	»	21,08	9,00	12,08	—	8,55	—	78,92	+ 3,53	1 : 1,74	1 : 22,3
» b	»	16,40	9,96	6,44	21,90	21,76	— 0,14	61,70	+ 6,58	1 : 2,54	1 : 9,4
Katze a . .	»	20,76	11,26	9,50	—	7,40	—	79,24	+ 2,10	1 : 2,17	1 : 37,7
» b . .	3 St. 22 Min.	13,73	9,71	4,02	34,58	30,79	— 3,79	51,69	+ 8,09	1 : 3,41	1 : 6,4
Katze a . .	3 Stunden	21,25	12,73	8,52	—	6,20	—	78,75	+ 2,32	1 : 2,49	1 : 33,9
» b . .	»	15,18	12,05	3,31	27,73	26,91	— 0,82	57,19	+ 3,85	1 : 4,59	1 : 14,3
Hund a . .	2 St. 2 Min.	21,24	7,96	13,28	—	9,12	—	78,76	+ 4,16	1 : 1,60	1 : 18,9
» b . .	2 St. 15 Min.	16,74	6,13	10,61	20,29	25,79	+ 5,50	62,97	+ 5,11	1 : 1,58	1 : 12,3
Hund b . .	3 Stunden	17,31	12,76	4,55	17,55	21,55	+ 4,00	65,14	+ 0,55	1 : 3,80	1 : 118,4
2 Meerschweinchen a . .	3 St. 2 Min.	21,02	12,53	8,49	—	6,27	—	78,98	+ 2,22	1 : 2,47	1 : 35,5
[1]) » b	3 St. 15 Min.	11,27	9,61	1,66	46,32	42,64	— 3,68	42,41	+ 5,34	1 : 6,90	1 : 7,9
2 Meerschweinchen a . .	3 Stunden	21,38	9,97	11,41	—	9,70	—	78,62	+ 1,71	1 : 1,87	1 : 45,9
[2]) » b	»	14,16	12,94	1,22	32,58	30,01	— 2,57	53,26	+ 3,79	1 : 11,60	1 : 14,1

[1]) Beide Thiere starben vor Beendigung des Versuches.

[2]) Das eine Thier starb nach $1/2$ St., das andere nach $1\frac{3}{4}$ Stunden.

An diesen Versuchen von Legallois fällt vor Allem auf, daß die Thiere in einer viel kohlensäurereicheren Luft leben können, als andere Beobachter angeben. Bloß in 2 Fällen gingen die Thiere zu Grunde. In einer mit viel Kohlensäure vermischten Luft wird demnach bedeutend mehr Stickgas ausgeathmet, als in atmosphärischer Luft. Beim Athmen von eingeschlossener atmosphärischer Luft war nämlich der Stickgasgehalt der Luft, im Mittel aus 7 Versuchen, um 2,29% erhöht, wogegen beim Athmen einer an Kohlensäure sehr reichen Atmosphäre 5,54% Stickgas ausgeschieden wurden. Während sich ferner in atmosphärischer Luft das exspirirte Stickgas zu dem zu Anfang des Experimentes vorhandenen im Durchschnitt nur wie 1 : 32,3 verhielt, betrug die Stickgasausscheidung in einer kohlensäurereichen Atmosphäre $^1/_{23/6}$ des vor dem Experiment in dem Manometer befindlichen Stickgases. Ferner verschwindet sogar durch die Respiration, wenn die Atmosphäre sehr reich an Kohlensäure ist, eine Portion der letzteren, und es tritt demnach unter diesen abnormen Verhältnissen eine theilweise Umkehrung des Athmungsprocesses ein. Je geringer der Kohlensäuregehalt der inspirirten Luft, desto geringer ist auch die Kohlensäureabsorption; enthält die Luft ungefähr 25 Volumprocente Kohlensäure, so scheint weder eine Ausscheidung noch eine Aufnahme von Kohlensäure zu erfolgen. Diese Thatsachen sind aber so auffallend, und mit den Behauptungen anderer Experimentatoren im Widerspruch, daß eine Wiederholung der Versuche in hohem Grade wünschenswerth ist. Während sich bei den Versuchen mit atmosphärischer Luft der absorbirte Sauerstoff zu dem zu Anfang des Experimentes vorhandenen im Durchschnitt wie 1 : 2,2 verhielt, betrug in einer an Kohlensäure reichen Atmosphäre der absorbirte Sauerstoff im Mittel nur $^1/_{4/8}$ des zu Anfang des Experimentes vorhandenen. Im Allgemeinen scheint verhältnißmäßig um so weniger Oxygen absorbirt zu werden, je mehr Kohlensäure aufgenommen wird. Es scheint, wenn anders die Versuche von Legallois richtig sind, bei der Beurtheilung der Lethalität des Einathmens von Kohlensäure nicht sowohl auf dieses Gas, als vielmehr auf die demselben beigemengten Sauerstoffquantitäten anzukommen, und die Absorption der Kohlensäure durch die Respiration scheint keinen tödtlichen Effect zu haben, wenn nur zugleich eine nicht zu geringe Sauerstoffmenge aufgenommen wird. Die in diesen Versuchen beobachtete Absorption von Kohlensäure kann uns nicht befremden, wenn wir das in der That sehr bedeutende Absorptionsvermögen des Blutes für Kohlensäure erwägen.

Das Kohlenoxydgas ist eine der gefährlichsten Gasarten; es entwickelt sich namentlich beim Verbrennen von Kohlen. Leblanc fand, daß die Unathembarkeit der Luft, in welcher Kohlen verbrannt wurden, vorzüglich von dem dabei entwickelten Kohlenoxydgas herrührt, und daß die Kohlensäure bei weitem nicht in solchen Quantitäten gebildet wird, um die tödtlichen Wirkungen des Verbrennens der Kohlen dadurch erklären zu können. 1 Kilogramm glühende Kohlen reicht hin, um die Luft eines Raumes von 25 Cubikmeter unathembar zu machen. Das Kohlenoxydgas bewirkt schnell eine allgemeine Abnahme der Muskelkräfte, Athmungsnoth, Kopfschmerz, Betäubung und den Tod.

Ueber die Wirkung des Stickgases auf das Athmen besitzen wir Beobachtungen mehrer Forscher. Davy athmete fast 1 Minute hindurch 2835 Cubikcentimeter Stickgas; nach 20 Minuten stellte sich Athmungsnoth ein; Coutenceau empfand Kopfschmerz, Schwindel und Erstickungsnoth, so daß er nur 7mal Athem holen konnte; nach einigen Inspirationen in freier Luft verschwanden sogleich jene Zufälle. Säugethiere werden in 2 bis 3 Minuten asphyktisch, doch können sie noch durch Zutritt von atmosphärischer Luft gerettet

werden; nach 4 bis 5 Minuten gehen sie zu Grunde. Couteneau und Nysten wollten beim Athmen von Stickgas eine etwas stärkere Ausscheidung von Kohlensäure, als beim Athmen in atmosphärischer Luft gefunden haben. Dieselben Forscher pumpten einem Hunde die Luft aus den Lungen, und ließen das Thier 3½ Minuten 2038 Cubikcentimeter Stickgas athmen, wobei sie 34,26 Cubikcentimeter Kohlensäuregas erhielten. Legallois machte einige Versuche an Meerschweinchen, von denen er immer je zwei zu einem (schon oben bei Erörterung der Respiration der Kohlensäure besprochenen) Versuch anwandte. Er ließ die Thiere eine aus Sauerstoff und vorwiegend aus Stickgas zusammengesetzte Gasmischung athmen. Auch hier sind die Versuche, bei welchen die Thiere atmosphärische Luft athmeten mit a, diejenigen, in welchen sie ein künstliches Gasgemisch inspirirten, mit b bezeichnet.

Dauer des Versuches	Sauerstoff zu Anfang des Versuches	Sauerstoff verzehrt während des Versuches	Kohlensäure exspirirt	Stickgas zu Anfang des Versuches	Stickgas exspirirt	Stickgas absorbirt	Verhältniß des inspirirten Sauerstoffes zu dem anfangs vorhandenen
	reducirt auf 100 Volumtheile des (41720 Cubikcentimeters haltenden) Manometers.						
3 Std. a	21,31	10,89	8,36	78,69	2,31	—	1 : 1,9
» b	9,17	8,06	6,84	90,83	—	6,84	1 : 1,1
» a	21,38	11,41	9,70	78,70	1,63	—	1 : 1,9
» b	12,95	10,12	9,54	87,05	—	0,42	1 : 1,2

Es findet demnach beim Athmen in einer aus Sauerstoff und vorzugsweise aus Stickgas bestehenden Gasmischung eine Absorption von Stickgas, sowie eine zwar nicht absolut, wohl aber relativ bedeutendere Absorption von Sauerstoff als beim Athmen in atmosphärischer Luft Statt. Die Ausscheidung der Kohlensäure ist absolut etwas gemindert, nicht aber relativ, d. h. im Verhältniß zum absorbirten Sauerstoff.

Das Schwefelwasserstoffgas gehört zu den giftigen Gasarten; es findet sich manchmal in geschlossenen Kloaken und verursachte bei den mit Reinigung derselben beschäftigten Arbeitern nach mehren Erfahrungen den Tod. Nach den Beobachtungen Dupuytren's und Thénard's tödtet noch $1/_{1500}$ Schwefelwasserstoff in der Atmosphäre einen Grünfinken, $1/_{800}$ einen Hund, $1/_{250}$ ein Pferd. Chaussier sah, daß Thiere in diesem Gase, sowie auch in Ammoniakgas innerhalb weniger Secunden sterben. Chlorgas kann nicht inspirirt werden, da die Glottis sich sogleich krampfhaft verschließt; es erregt schon in kleinster Quantität der Luft beigemischt, heftigen Husten. Thiere tödtet es schnell. Viele Gifte wirken in Gasform, wenn sie inspirirt werden, nicht minder gefährlich, als wenn sie auf anderem Wege in das Blut gelangen; die Schädlichkeit der Quecksilberdämpfe ist bekannt; Arsenikwasserstoffgas ist eines der gefährlichsten Gifte; durch Einathmen des Dunstes von sehr concentrirter Blausäure sind schon öfters Todesfälle verursacht worden.

Man hat die Gase wegen ihrer bedeutenden Wirkungen auf den Organismus besonders zu Ende des vorigen Jahrhunderts zu therapeutischen Zwecken benutzt, der Sache aber, durch unpassende Art der Anwendung viel mehr geschadet als genützt. Namentlich erwartete man, auf die Empfehlung von Ingenhouß, vom Sauerstoffgas, welches ja Lebensluft genannt wurde, wahre

Wunder. Fourcroy's Versuche[1]) an 20 Phthisikern fielen nicht günstig aus; bei Allen wurde zwar anfangs die Respiration freier, die Dyspnoe, namentlich auch der Husten und der Auswurf minderten sich; doch war die Besserung nur von kurzer Dauer, indem sich nach 2 bis 3 Wochen ein meist sehr rapid verlaufendes hektisches Fieber einstellte, das die Kranken früher in's Grab brachte. In einigen anderen Krankheiten will man aber bessere Erfolge bemerkt haben; so sah Chaptal[2]) bei einem Manne mit sogenanntem Asthma humidum Minderung der Zufälle, Fourcroy lobt die guten Wirkungen des Oxygengases bei Chlorotischen, Bauchskropheln der Kinder und beginnender Rhachitis. Die trefflichen Wirkungen des Einblasens von Sauerstoffgas in die Lungen Asphyktischer sind über allen Zweifel gestellt, und es sollte wenigstens in größeren Städten dafür gesorgt werden, daß reines Oxygengas in Flaschen an geeigneten Orten beständig aufbewahrt gehalten werde. Wie man das Sauerstoffgas als Lebenserreger anwandte, so schritt man andererseits zur Anwendung von Stickgas, als ein die Respiration angeblich beruhigendes Mittel. So versuchte man dasselbe in der Phthisis gegen den in dieser Krankheit vermutheten Sauerstoffüberschuß des Blutes anzuwenden. Marc sah jedoch keine guten Erfolge davon, was leicht begreiflich ist, da das Stickgas den ohnedies an kurzem Athem leidenden Kranken noch mehr Respirationsnoth verursacht. Dennoch dürfte die Anwendung mancher Gase, jedoch nur in kleineren Quantitäten der atmosphärischen Luft beigemengt, bei weiteren Fortschritten der Pathologie von Wichtigkeit werden.

An die Experimente über das Athmen in künstlichen Gasarten reihen wir am besten die Beobachtungen, die über die Respiration im abgeschlossenen Raume, sowie über die Wirkungen der Entziehung des respirabeln Stoffes überhaupt angestellt worden sind. Die in der Luft lebenden Thiere bedürfen einer gewissen Quantität von Atmosphäre zur Unterhaltung der Respiration. Für die Bedürfnisse des erwachsenen Menschen hat man verschiedene Quantitäten angegeben. In der oben angeführten Beobachtung von Leblanc befanden sich 900 Zuhörer während $1^1/_2$ Stunden in einem Collegiensaal der Sorbonne von 1000 Cubikmeter Rauminhalt, so daß auf einem Menschen in der bezeichneten Zeit 1,11 Cubikmeter Luft kommen. In derselben Zeit wurden von sämmtlichen Anwesenden, wenn wir nach Scharling annehmen, daß ein robuster erwachsener Mensch in $1^1/_2$ Stunden 50,6 Gramme Kohlensäure exspirirt, 45540 Gramme Kohlensäure gebildet. Leblanc fand zu Ende der Vorlesung 1,03 Gewichtsprocente Kohlensäure in der Luft jenes Hörsaales; wäre nun die letztere nicht erneuert worden, und hätten die Anwesenden in gewöhnlicher Weise fortgeathmet, so hätte die Kohlensäure bis auf 3,52% steigen müssen. Deßhalb können wir annehmen, daß einem Zuhörer in $1^1/_2$ Stunden etwa 3,33 Cubikcentimeter Atmosphäre zum Athmen geboten wurden, eine Rechnung, die jedoch nicht ganz genau sein kann, weil das Princip der Diffusion der Gase bei dem Luftwechsel ebenfalls von Wichtigkeit ist. Der Kohlensäuregehalt der Luft von 1%, wie er in der erwähnten Beobachtung Leblanc's gefunden wurde, ist bedeutend; die Respiration erleidet in von Menschen angefüllten Räumen Störungen und wird mit Unbehagen vollführt. Die Atmosphäre ist um so gesünder, je geringer die in ihr enthaltene Kohlensäurequantität ist; deßhalb ist die freie Luft, die im Durchschnitt in 10000 Gewichtstheilen nur 6 Theile Kohlensäure enthält, dem Athmen viel zuträglicher, als die Zimmerluft. Eine gute Zimmerluft soll nur Minima von Kohlensäure,

---

[1]) Ann. de chim. 4. [2]) Ann. de chim. 4.

d. h. etwa 1 pro mille enthalten, was den Kohlensäuregehalt der freien Luft immer noch um ⅓ übersteigt. Nehmen wir nun an, ein erwachsener Mensch, der in 24 Stunden 870 Gramme Kohlensäure exspirirt, müsse in einem abgeschlossenen Raume athmen, dessen Kohlensäuregehalt nach 24 Stunden nur 1 pro mille betragen dürfte, so müßte der zum Athmen nöthige Raum 669 Cubikmeter betragen. Das Minimum von Luft, das einem Gefangenen täglich zu Gebote stehen muß, beträgt nach Tenon 48 Cubikmeter. Ein Gefangener würde alsdann, wenn er die oben angenommene Kohlensäuremenge aushaucht, den Kohlensäuregehalt der in seiner Zelle befindlichen Luft bis auf etwa 1½ Gewichtsprocente steigern. 100 Cubikmeter Luft sind das Minimum, was einem Menschen in 24 Stunden zu Gebote stehen muß, obschon in Spitälern, Gefängnissen u. s. w. vielfach dagegen gefehlt wird. Es ist ein Fall bekannt[1]), daß 8 Männer 136 Stunden lang in einem Stollen eines Kohlenbergwerkes von 375 Cubikmeter Rauminhalt abgeschlossen waren, und, obschon mit größter Athemnoth kämpfend, gerettet wurden, so daß einem Mann für die Zeit von 5⅔ Tagen nur etwa 47 Cubikmeter (?) Luft zu Gebote stand. Ein Taucher kann nicht leicht über eine Minute unter Wasser bleiben. Es giebt allerdings Beispiele, daß Menschen längere Zeit, selbst gegen ½ Stunde, asphyktisch unter Wasser waren und dennoch gerettet wurden, was wir nur durch einen Zustand tiefen Gesunkenseins des vegetativen Lebens und dadurch bedingte Aufhebung des Athmungsbedürfnisses erklären können. Bei der Ohnmacht, besonders aber in den räthselhaften kataleptischen Zuständen und verwandten Krankheiten ist ebenfalls das Athmungsbedürfniß aufgehoben.

Marchand hat über die Respiration der Frösche im abgeschlossenen Raume eine Reihe Experimente angestellt, welche folgendes Ergebniß lieferten:

Erste Versuchsreihe, an 5 Fröschen angestellt. Sämmtliche Daten sind in beiden Versuchsreihen auf einen Frosch und auf 24 Stunden reducirt.

	Absorbirtes Oxygen (in Grammen)	Ausgeschiedener Kohlenstoff (in Grammen)	100 Gramme Frosch absorbiren Oxygen (in Grammen)	100 Gramme Frosch exhaliren Carbon (in Grammen)	Verhältniß des absorbirten Sauerstoffs zum ausgeschiedenen Kohlenstoff	Verhältniß des Sauerstoffs der Kohlensäure zu dem Sauerstoff d. Wassers	
I. Normales Athmen	0,10514	0,0284 [3])	0,1406	0,0406	370 : 100	100:30	
II. Athmen im abgeschlossenen Raume	0,19626	0,0533	0,2747	0,0666	412 : 100	100:53,7	Die Thiere wurden 4 St. in einem Cylinder von 1074 C. eingeschlossen u. sodann ½ St. ein Luftstrom durchgeleitet.
III. Normales Athmen	0,11760 [2])	0,0364 [4])	0,1638	0,0507	323 : 100	100:21,2	

[1]) Ann. d'hygiène publ. et de méd. legale. 1829. XVI.

[2]) Marchand giebt 0,1588 an; der in 24 Stunden von 5 Fröschen aufgenommene Sauerstoff ist nach ihm 0,588. Auch stimmt die von Marchand angegebene Proportion des Sauerstoffs zum Carbon mit meiner Correction.

[3]) Im Original steht 0,0304.

[4]) Statt 0,03728, da nach Marchand's Angabe 5 Frösche in 24 Stunden 0,182 Carbon exhalirten.

Zweite Versuchsreihe, an 7 Fröschen, die 519,665 Gramme wogen.

	Absorbirtes Oxygen (in Grammen)	Ausgeschiedener Kohlenstoff (in Grammen)	Verhältniß des absorbirten Sauerstoffs zum ausgeschiedenen Kohlenstoff	Verhältniß des Sauerstoffs der Kohlensäure zu dem Sauerstoff des Wassers	
I. Normales Athmen	1,6583	0,5195	341 : 100	100 : 28,36	Die Thiere waren 7 Stunden in demselben Cylinder, wie in der ersten Versuchsreihe eingeschlossen; sodann wurde 1½ Stunden lang Luft durchgeleitet.
II. Athmen im abgeschlossenen Raume	1,3373	0,3587	372 : 100	100 : 39,21	8 Stunden keine Ventilation, dann 1½ Stunden Durchleiten von Luft.
III. Normales Athmen	0,7611	0,2777	274 : 100	100 : 3,25	6 Stunden Absperrung der Luft, dann 1 Stunde hindurch Ventilation.

Endlich ließ Marchand 5 Frösche, die zusammen 402,162 Gramme schwer waren, in einem abgeschlossenen Raume sterben; dieselben hatten 0,296 Gramme Carbon ausgehaucht. Der Cylinder, in welchem die Frösche sich befanden, enthielt 920 Cubikcentimeter, die Kohlensäure betrug nach dem Versuche 570 Cubikcentimeter, zugleich war ein großer Theil Stickgas absorbirt worden, sowie auch das Luftvolum eine bedeutende Minderung erlitten hatte.

Aus diesen Versuchen Marchand's geht hervor: 1) die Frösche bilden im abgeschlossenen Raume mehr Kohlensäure und absorbiren mehr Oxgen, als in gleicher Zeit in atmosphärischer Luft, eine Thatsache, welche durch die in Folge der Athemnoth bedeutend gesteigerte Respiration einfach zu erklären ist, und die durchaus nichts Paradoxes hat. 2) Beim Athmen im abgeschlossenen Raume ist das Verhältniß der Sauerstoffaufnahme zur Kohlensäureausscheidung bedeutend gesteigert; die 2te Versuchsreihe macht zum Theil eine Ausnahme, was wir — wie später sich zeigen wird — aus der Schwäche und Erschöpfung der Thiere zu erklären haben.

Die im Wasser lebenden Thiere ersticken nach einiger Zeit, wenn das Wasser nicht erneuert wird, indem die in demselben gelös'ten Gase zum Athmen untauglich werden. Sehr richtig bemerken Humboldt und Provençal, daß weniger die vorhandene Kohlensäure, als die Verminderung des im Wasser gelös'ten Sauerstoffgases lethal wirkt, eine Thatsache, die auch durch die an Luftthieren angestellten Athmungsversuche bekräftigt wird. Werden nämlich letztere in eine an Kohlensäure reiche Atmosphäre, oder in zum Athmen untaugliche, aber nicht giftige Gasarten gebracht, denen eine gehörige Quantität Oxygen beigemischt ist, so fristen sie ihr Leben. Wenn man ferner, wie Edwards verfuhr, die von in abgeschlossenen Räumen befindlichen Thieren exspirirte Kohlensäure auch absorbiren läßt, so gehen die Thiere dennoch zu Grunde. Viele niedere Thiere, namentlich Mollusken, scheinen, wie aus Versuchen von Vauquelin, Spallanzani und G. R. Treviranus hervorgeht, im abgeschlossenen Raume fast so lange zu leben, als noch etwas Oxygen vorhanden ist; ja sie fahren fort, wenn bereits aller Sauerstoff absorbirt ist, Kohlensäure auszuscheiden. Es tritt daher beim längeren Athmen dieser

Thiere im eingeschlossenen Raume gerade das Gegentheil von dem ein, was sich bei höheren Thieren zeigt, nämlich ein Uebermaß des excernirten kohlensauren Gases über das absorbirte Oxygengas, worauf Treviranus zur Verhütung von Mißverständnissen aufmerksam gemacht hat. Säugethiere sterben dagegen, wenn sie $^3/_4$, Vögel selbst, wenn sie erst $^2/_3$ des in der Luft vorhanden gewesenen Oxygens verzehrt haben. Im ausgekochten, von aller Luft befreiten Wasser werden junge Fische schon nach 20 Minuten asphyktisch, ältere erst nach 1 bis 2 Stunden. Der gänzliche Luftmangel scheint hier von besonderem Einflusse zu sein, denn die Fische starben in mit verschiedenen irrespirabelen Gasen erfülltem Wasser viel später, als in destillirtem Wasser.

Marchand hat eine Reihe von Versuchen über das Verhalten der Frösche im luftleeren Raume angestellt. Beim langsamen Auspumpen blieben die Thiere anfangs ganz ruhig, fingen aber bei einer Evacuation von 54 Millimeter an, unruhig zu werden, und zeigten bald darauf Symptome von Scheintod und Schlafsucht. Bei einer Evacuation auf 4 Millimeter schwollen die Frösche außerordentlich auf, in welchem Zustande sie über 50 Minuten, zuweilen selbst noch fortkriechend, lebten. Wurde wieder Luft zugelassen, so sanken die Thiere außerordentlich zusammen, so daß sie nur aus Knochen und Haut zu bestehen schienen. Dieses abwechselnde Auspumpen und Hinzulassen der Luft wurde 6mal wiederholt. 6 Frösche, die 486,323 Gramme wogen, gaben während dieses Versuches 0,605 Gramme Wasser und 0,242 Kohlensäure her; also exhalirte ein Thier 0,040 Gramme Kohlensäure, = 19,4 Cubikcentimeter von 20° C. (100 Gramme Frosch 24,9 Cubikcentimeter oder 0,0498 Gramme Kohlensäure). Marchand glaubt annehmen zu können, daß durch diesen Versuch die ganze Menge Kohlensäure gefunden würde, die sich in dem Thiere befand, eine Behauptung, die jedoch nur dann nachgewiesen wäre, wenn die Fortsetzung des Experimentes keine weitere Ausscheidung ergeben hätte. Von Interesse wäre die Bestimmung der Kohlensäuremenge nach jeder einzelnen der vorgenommenen Evacuationen gewesen. Zudem müßte, damit der Einwurf beseitigt wäre, daß bei dem 24 Stunden hindurch andauernden Versuche keine Kohlensäure in Folge von beginnender Fäulniß gebildet worden sei, die abwechselnde Evacuation und das Zutreten der Luft schneller vorgenommen werden[1]). In einem andern Versuche, wozu 4 Frösche genommen wurden, gab einer nach 3maligem Auspumpen 0,0182 Gramme Kohlensäure her; darauf wurden die Thiere einem Strome von Wasserstoffgas ausgesetzt, bis sie todt waren; die Kohlensäure betrug für 1 Frosch 0,0175 Gramme. Endlich wurde der Apparat geschlossen und die Thiere wiederholt bis zum starken Anschwellen ausgepumpt, wobei 1 Frosch 0,0130 Gramme Kohlensäure entwickelte. 100 Gramme Frosch athmeten demnach 0,060 Gramme Kohlensäure aus, also $^1/_3$ mehr, als im ersten Versuche.

---

[1]) Marchand glaubt ferner, daß man sich dieses Versuches zur Bestimmung der Blutquantität der Thiere bedienen könnte, wenn vorher die Kohlensäuremenge des Blutes derselben durch genaue Versuche eruirt worden sei, eine Ansicht des verdienten Forschers, die man unmöglich theilen kann, denn die Schwierigkeiten in der Bestimmung des Kohlensäuregehaltes des Blutes sind viel zu groß, als daß wir exacte, zur obigen Frage verwendbare Resultate zu hoffen hätten, und gesetzt auch, wir wären im Stande, die Kohlensäure des Blutes genau bestimmen zu können, so würden wir durch das erwähnte Experiment auch noch einen großen Theil der in den festen Theilen enthaltenen Kohlensäure zu den Gasen des Blutes hinzu erhalten.

Veränderungen des Blutes durch das Athmen.

Die Veränderungen, welche das Blut durch die Respiration erfährt, können sowohl durch Vergleichung des Lungenarterien- und Lungenvenenblutes untersucht werden, als auch durch Experimente mit aus der Ader gelassenem Blute, das dem Contacte der verschiedenen, bei der Respiration in Betrachtung kommenden Gase ausgesetzt wird. Die hier zu erörternden Fragen bilden die Ergänzung und Controle der Untersuchungen, welche über die durch die Respiration bewirkten chemischen Veränderungen der Luft angestellt worden sind. Obgleich die zwischen dem venösen und arteriellen Blute bestehenden Differenzen zunächst die Physiologie des Blutes betreffen, so ist doch eine kurze Berührung des Gegenstandes hier unerläßlich, wobei aber nur die mit der Respiration in unmittelbare Verbindung zu bringenden Thatsachen betrachtet werden sollen.

Durch den Zutritt der atmosphärischen Luft wird, wie Lower zuerst beobachtet hat, in den Lungen das dunkelrothe Blut hellroth. Bichat durchschnitt bei Hunden die Trachea, und befestigte an dieselbe eine mit einem Hahn versehene Röhre. Wurde letztere verschlossen, so floß das Blut aus der Antlitzarterie nach 30 Secunden dunkeler aus, nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten war es vollkommen venös. Wurde sodann durch Oeffnung des Hahnes der Luft wieder Zutritt verschafft, so hatte das Blut in 30 Secunden wieder seine natürliche Farbe erhalten. Nach theilweisem Auspumpen der Luft aus den Lungen wurde das Blut durch Verschließung der Trachea früher, nach stärkerer Füllung der Lungen mit Luft aber wurde es erst später, nämlich erst nach 1 Minute, dunkel. Abwechselnde dunkle und helle Färbung bemerkte Bichat, je nachdem er die Luftröhre schloß oder öffnete, an verschiedenen Unterleibsorganen. Emmert hat später ähnliche Versuche angestellt, die gleiche Resultate ergaben.

Hinsichtlich der über das Gasabsorptionsvermögen des Blutes von vielen Forschern angestellten Untersuchungen verweise ich auf den das Blut betreffenden Artikel dieses Werkes. Es seien hier nur die Angaben von Enschut wiederholt. 1 Volum Blut absorbirt

	Kohlensäuregas	Oxygengas
Venenblut . . .	1 Vol.	$\frac{1}{4}$ Vol.
Arterienblut . . .	2 Vol.	$\frac{1}{6}$ Vol.

Auch überzeugte sich Enschut, daß beide Blutarten Stickgas absorbiren; er konnte jedoch nicht bestimmen, welche Verschiedenheiten dieselben hierin zeigen. Mit dieser Absorption ist zugleich eine Ausscheidung von Gasen aus dem Blute verbunden; so wird Kohlensäure aus dem Blute abgeschieden, wenn letzteres dem Contacte des Sauerstoff-, Wasserstoff- oder Stickgases unterworfen wird. Die bisher über die Absorption der Gase durch das Blut angestellten Experimente haben höchstens einen relativen Werth; sie zeigen im Allgemeinen eine Uebereinstimmung mit den bei der Respiration der Luft und der künstlichen Gasarten erhaltenen Thatsachen, sind aber zur genaueren Verfolgung der die Respiration betreffenden Fragen nicht zu verwenden. Die übrigen, den Gasgehalt des Blutes betreffenden Erörterungen werden bei der Darstellung der Respirationstheorie am füglichsten ihre Erledigung finden.

Von größtem Interesse für die Physiologie des Athmens ist die Kenntniß der chemischen Differenzen zwischen dem venösen und arteriellen Blute, ein Gegenstand, welcher jedoch, da er kaum anfängt, mit Erfolg bearbeitet zu

werden, um so eher nur kurz berührt werden kann, als er in dem Artikel »Blut« weitläufig behandelt ist.

Die Differenzen, die man zwischen dem Wassergehalte des Lungenarterien- und Lungenvenenblutes aufgefunden haben will, sind illusorisch, wenn man sie auf Rechnung des Wasserverlustes des Blutes bei der Respiration setzen will, denn die im Verhältniß zum ausgeathmeten Wasser durch die Lungencapillaren fließende Blutmasse ist zu groß, als daß die chemische Analyse noch Differenzen nachzuweisen im Stande wäre. Mehre Chemiker haben im venösen Blute weniger Faserstoff, als im arteriellen, sowie auch, wie sie sich ausdrückten, qualitative Unterschiede zwischen dem Faserstoffe beider Blutarten gefunden, und diese Differenzen mit der Sauerstoffaufnahme durch die Respiration in Verbindung gesetzt. Mulder hat einige Oxyde des Proteins entdeckt und nachgewiesen, daß zwei derselben, vor Allem das in Wasser leicht lösliche Tritoxyd im arteriellen Blute vorkommt und sich durch Sauerstoffaufnahme sowohl aus dem Eiweiß als aus dem Faserstoff, oder richtiger gesagt, aus demjenigen Blutbestandtheile, welcher bei der Coagulation des aus der Ader gelassenen Blutes zu Faserstoff gerinnt, bildet. Die zwischen beiden Blutarten in Betreff dieser Proteinoxyde bestehenden quantitativen Differenzen hat jedoch Mulder noch nicht nachgewiesen. Der in den Blutkörperchen enthaltene Farbestoff soll, namentlich älteren Chemikern zufolge, im Arterien- und Venenblute Differenzen zeigen, nämlich einen Ueberschuß von Sauerstoff im arteriellen und ein Plus von Carbon (Kohlensäure) im venösen Blute. Auch Scherer versichert in neuester Zeit, daß er sich von der, namentlich von Maack näher nachgewiesenen Verwandtschaft des Hämatins zum Sauerstoff durch weitere Versuche überzeugt und dabei immer eine Bildung von Kohlensäure bemerkt habe, was auch bei seinen früher an dem Faserstoff angestellten Beobachtungen der Fall war. Ueber das Verhältniß, welches das zweite wichtige Constituens der Blutkörperchen: das Globulin, sowie die übrigen Bestandtheile des Blutes, z. B. das Eiweiß (die Beziehungen des letzteren zum Proteintritoxyde des Blutes ausgenommen) bei der Respiration zeigt, ist nichts Näheres bekannt, namentlich sind wir über die, mit der Respiration ohne Zweifel in engem Zusammenhange stehende Bildung des Hämatins und Globulins, und über das Zerfallen dieser Stoffe noch nicht aufgeklärt. Daß die chemischen Bestandtheile der Blutkörperchen beim Respirationsprocesse einen wichtigen Antheil übernehmen, hat besonders Schultz dargethan[1]), und zu beweisen gesucht, daß die jungen Blutkörperchen hierbei besonders wirksam sind, obschon diese Behauptung sich anscheinend mit dem Factum nicht vereinigen läßt, daß die älteren Blutkörperchen viel reicher an Farbestoff sind, dem gerade eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe zugeschrieben wird. Die dürftigen, bis jetzt bekannt gewordenen sicheren Thatsachen über das Verhalten der chemischen Bestandtheile des Blutes bei der Respiration sind noch wenig geeignet, die Details des chemischen Processes beim Athmen bedeutend aufzuklären.

Einfluß der Außenwelt und der verschiedenen Zustände des Organismus auf das Athmen.

Die Respiration zeigt, wie überhaupt jede organische Verrichtung, viele und auffallende, theils von äußeren Einflüssen, theils von den eigenen Zuständen des Organismus abhängende Modificationen. Die Physiologie darf bei

---

[1]) Hufeland's Journ. 1838.

der allgemeinen Kenntniß der Erscheinungen, bei der Untersuchung der mittleren Zustände nicht stehen bleiben, sondern sie muß die Veränderungen, welchen die organischen Processe unterworfen sind, kennen zu lernen, dieselben mit ihren muthmaßlichen Ursachen in Zusammenhang zu bringen, und namentlich auch die Wirkungsgrößen der beobachteten Ursachen so genau als immer möglich festzustellen suchen. Dann erst kann der descriptive Standpunkt verlassen, und zur höheren Aufgabe der Physiologie, nämlich zur »wissenschaftlichen« Erklärung der Erscheinungen geschritten werden, sowie dieses auch der einzige Weg der Forschung ist, auf welchem unser Wissen praktisch brauchbar werden kann.

Im Vergleiche zu anderen Abschnitten der Physiologie sind wir nicht arm an Kenntnissen über manche Variationen des Athmungsprocesses, sowie über deren Ursachen; die Thatsachen sind, wenn auch nicht sehr zahlreich, doch häufig in gegenseitige Beziehung zu einander zu stellen, sie lassen sich zum Theil durch sich selbst wieder controliren, und sind, worin eine vorzügliche Garantie für das gedeihliche Vorwärtsschreiten der Respirationslehre liegt, oft von der Art, daß aus ihnen klar und präcis zu stellende Fragen und sichere Anhaltspunkte für weitere Forschungen resultiren.

Die Physiologen haben bei ihren Untersuchungen über die Respiration vorzugsweise die Kohlensäure berücksichtigt[1]); über die absoluten und relativen Verhältnisse derselben besitzen wir die meisten Untersuchungen, so daß in dem gegenwärtigen Abschnitte nur ausnahmsweise Thatsachen, welche die übrigen Gase betreffen, angeführt werden können. Eine ausführliche Untersuchung hat übrigens sowohl die Volumverhältnisse der ein- und ausgeathmeten Luft, als die Quantitäten des exspirirten kohlensauren, Wasser- und Stickgases, und die des inspirirten Oxygengases zu beachten, unter beständiger Rücksicht auf die Frequenz und Größe der Athmungsbewegungen und die Zahl der Pulsschläge.

Die von mir in 1 Minute im Zustande der vollkommensten Ruhe ausgeathmete Kohlensäure beträgt im Mittel aus einer sehr großen Versuchsreihe 261 Cubikcentimeter, im Minimum 177, im Maximum 452, so daß sich der niederste Werth zum höchsten wie 100 : 255 verhält. Scharling giebt geringere Variationen an, indem sich das Minimum zum Maximum im Mittel von an verschiedenen Personen gemachten Beobachtungen wie 1:1,616 verhielt. Hätte derselbe eine größere Zahl von Beobachtungen angestellt, so würden sich ohne Zweifel seine Minimal- und Maximalwerthe viel weiter von einander entfernen. Mein hiesiger College A. Volz, der sich seit längerer Zeit mit Untersuchungen über die Mengenverhältnisse der verschiedenen Excretionen beschäftigt und das Resultat dieser Studien seiner Zeit ausführlich bekannt machen wird, erhielt in einer, mit Hülfe einer sehr exacten Waage, an sich selbst, im Zustande der Ruhe und der körperlichen Bewegung angestellten, sehr großen Experimentenreihe, für die gesammten gasförmigen Ausscheidungen aus dem Körper überhaupt, in 1 Minute im Mittel 0,7 Gramme, im Minimum 0,3, im Maximum 1,2 Gramme, also ein Verhältniß des Minimums zum Maximum wie 1 : 4.

Die Variationen in den Athmungsproducten sind natürlich viel größer, wenn wir verschiedene Individualitäten mit einander vergleichen. Einen großen Einfluß auf die Ausscheidung der Kohlensäure hat das Alter, das Geschlecht

---

[1]) Manche Forscher haben es vorgezogen, statt der Kohlensäurequantitäten die denselben entsprechenden Carbonmengen anzuführen. Ich hielt es nicht für rathsam, Aenderungen in ihrer Ausdrucksweise vorzunehmen.

und die Körperconstitution. Andral und Gavarret haben hierüber folgende Beobachtungen nngestellt: die Zahlen bedeuten die Carbonausscheidung in Grammen in 1 Stunde.

Alter	Männliches Geschlecht.		Weibliches Geschlecht.	
	Mittlere	Robuste	Mittlere	Robuste
Jahre	Körperconstitution.		Körperconstitution.	
8	5,0			
10		6,8	6,0	
11		7,6		6,2
12	7,4	8,3		
13			6,3	
14	8,2			
15	8,7			7,1+
15½			6,3 M [1]	
16½		10,2		
17		10,2		
18		11,1		
19		11,2		7,0 M+
20		11,2		
22				6,7 M
24	10,8—11,4			
24	11,6			
26	11,0	14,1+ [2]	6,0—6,3 M	
27		11,8		
28	12,4			
31		10,9—11,3		
32		11,5	6,2 M	
33	10,4—11,2			
37	10,7			
38			7,8	
40		12,1+		
41	10,4			
42				8,3
43				8,6+
44				9,9+
45	8,5—8,8+		6,2 M	
48		10,5		
49			7,4	
50		10,7		
51	10,1			
52			7,5	
54		10,6		
56			7,1	
59	10,0			
60		13,6+		
63		12,4+	6,9	
64	8,7+			
66			6,8	
68	9,6			
76	6,0			6,6+
82			6,0	
92		8,8+		
102	5,9			

[1]) M zeigt an, daß die Individuen menstruirt sind.
[2]) + bezeichnet die Extreme, d. h. entweder die sehr mageren, oder die ungewöhnlich starken Individuen.

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Ausscheidung des Kohlenstoffes durch die Lungen von den Jahren der Kindheit anfangend allmälig zunimmt; zur Zeit der Geschlechtsreife treten jedoch wesentliche Differenzen zwischen dem weiblichen und männlichen Geschlechte auf, indem die Energie der Respiration beim Manne zunimmt und gegen das dreißigste Jahr ihr Maximum erreicht, beim weiblichen Geschlechte aber mit Eintritt der Menstruation sich sowohl keine Zunahme, als auch überhaupt eine auffallend geringe Differenz in der Carbonausscheidung bei den verschiedenen Individuen zeigt. Erst nach dem Aufhören der Regeln nimmt die Ausscheidung der Kohlensäure wieder etwas zu. Im Alter erleidet dieselbe bei beiden Geschlechtern eine Abnahme, welche beim Manne, anfangs jedoch in einem wenig merklichen Verhältnisse, schon vom dreißigsten bis vierzigsten Jahre an beginnt. Auffallend ist ferner der verhältnißmäßig geringe Unterschied in der Carbonausscheidung in den verschiedenen Altersclassen des weiblichen Geschlechtes im Vergleiche zu den starken, bei dem männlichen Geschlechte vorkommenden Schwankungen. Die körperliche Entwicklung zeigt sich von solchem Einflusse, daß die vorstehende Tabelle erst dann hinsichtlich der Altersverhältnisse eine gehörige Uebersicht giebt, wenn die Individuen nach der geringeren oder stärkeren Entwicklung ihres Körpers abgesondert werden. Beim männlichen Geschlechte stellt sich die Exhalation der Kohlensäure um etwa $\frac{1}{3}$ stärker heraus, als beim weiblichen, wenn man die an Personen von gleichem Alter und gleicher Körperconstitution gemachten Beobachtungen mit einander vergleicht. Im Verhältnisse zum Körpergewicht ist die Carbonausscheidung bei jüngeren Individuen viel beträchtlicher, als bei Erwachsenen; die Carbonmenge beträgt für 1 Stunde und 1 Kilogramm Körpergewicht:

Jahre	Gramme
8	0,22461
15	0,18746
16	0,20228
18—20	0,18609—0,17538
29—40	0,18769—0,17730
40—60	0,14678—0,15420.

Scharling erhielt folgende, den vorigen im Allgemeinen ähnliche Resultate:

	Alter	Körpergewicht in Kilogrm.	Carbonmenge in 24 Stunden
Männliches Geschlecht	28 Jahre	82	239,714 Gramme
	16 »	$57\frac{3}{5}$	224,370 »
	35 »	$85\frac{1}{2}$	219,470 »
	$9\frac{3}{4}$ »	22	133,126 »
Weibliches Geschlecht	19 »	$55\frac{3}{5}$	165,877 »
	10 »	23	125,420 »

Von mächtigem Einfluß auf die Respiration ist die Temperatur. Nach Spallanzani ist die Ausscheidung der Kohlensäure bei Insecten und Mollusken in niederer Temperatur viel geringer als in höherer; Saissy[1]) zeigte, daß die Oxygenabsorption bei 7° C. Luftwärme im Vergleiche zu höheren Temperaturen bei Winterschläfern sich folgendermaßen verhält:

Fledermaus 1 : 5,7
Igel 1 : 3,1
Murmelthier und Haselmaus 1 : 1,5

---

[1]) Rech. exp. sur la physiol. des anim. hybernans. Paris 1808.

Die Beobachtungen von Treviranus an niederen Thieren bestätigen diese Thatsache. Eine Honigbiene excernirte bei 22^0 R. fast 3mal mehr Kohlensäure als bei $11\frac{1}{2}^0$. Die ausgeschiedenen Kohlensäurequantitäten verhielten sich bei Steinhummeln bei $12\frac{1}{2}$ und 15^0 wie 1 : $5\frac{1}{2}$; bei Erdhummeln bei 9 bis 12^0 einerseits und 14 bis 23^0 andererseits wie 1 : 8; bei Libellen bei $14\frac{1}{2}$ bis $16\frac{1}{2}^0$ einerseits nnd bei $16\frac{1}{2}$ bis 17^0 andererseits wie 33 : 37; bei Gartenschnecken bei $11\frac{1}{2}$ bis 15^0 und $13\frac{1}{2}$ bis 16^0 wie 1 : $1\frac{1}{2}$. Aehnliche Verhältnisse, wenn auch mit minder großen Differenzen, mögen die kaltblütigen Wirbelthiere zeigen. Man hat diese Erfahrung fälschlich auf die warmblütigen, nicht in den Winterschlaf verfallenden Thiere angewandt und auch beim Menschen im Winter eine Abnahme der Kohlensäureausscheidung behauptet. Die Frage über die Wirkung der Temperatur auf den Organismus läßt sich nur auf dem Wege der Beobachtung, nicht auf dem des Versuches lösen, und ich kann Marchand nicht beistimmen, wenn er Frösche während einer verhältnißmäßig kurzen Zeit abwechselnd verschiedenen Wärmegraden aussetzte und aus den dabei erhaltenen Resultaten Schlüsse zieht über den Einfluß der Temperatur auf die Respiration dieser Thiere. Obwohl, wie wir sogleich sehen werden, die Energie der Respiration beim Menschen in der Kälte viel bedeutender ist als in warmer Luft, so bin ich doch überzeugt, daß bei Marchand's Verfahren sich bei warmblütigen Wirbelthieren gerade das Gegentheil ergeben würde, indem dieselben, wenn sie plötzlich in eine wärmere Luft versetzt werden, ohne Zweifel schneller athmen und deßhalb mehr Kohlensäure ausscheiden. Die Physiologie und praktische Medicin hat ein ungleich größeres Interesse, zu erfahren, wie sich die Respiration verhält, wenn der Athmende längere Zeit hindurch in einer Atmosphäre von einem gewissen Wärmegrad sich aufgehalten hat, denn es wird erst mit längerem Verweilen in einer gewissen Temperatur, wenn der Organismus sich derselben accommodirt hat, die Gesammtwirkung der Temperatur auf den Körper sich geltend machen.

Der Einfluß der Temperatur auf die Respiration des Menschen wird durch folgende Tabelle, die aus meinen sehr zahlreichen, an mir selbst, im Zustande der Ruhe angestellten Beobachtungen resultirt, unzweifelhaft.

Temperatur	Genaues Temperaturmittel	Pulsschläge (in 1 Minute)	Athemzüge (in 1 Minute)	Volum einer Exspiration (in C.-C., red. auf + 37° C. u. 336 par. Lin. Bar.)	Ausgeathmete Luft (in 1 Minute; in C.-C., red. auf + 37° C. u. 336 par. Lin. Bar.)	Ausgeathmete Kohlensäure (in 1 Minute; in C.-C., red. auf + 37° C. u. 336 par. Lin. Bar.)	Kohlensäure in 100 Raumtheilen exspirirter Luft	Barometer in paris. Linien (red. auf 0°)
3° C	3°,72	74,20	11,44	511,2	5848	295,80	5,07	336''',92
4°	4°,52	67,93	11,59	535,9	6211	319,95	5,15	333''',33
5°	5°,44	73,29	12,47	531,4	6626	322,23	5,71	334''',80
6°	6°,43	72,89	12,72	563,8	7171	336,00	4,68	335''',35
7°	7°,43	69,74	12,59	565,3	7117	311,27	4,37	335''',99
8°	8°,60	75.18	12,82	560,8	7189	308,83	4,29	335''',73
9°	9°,30	74,37	12,07	532,7	6429	297,17	4,63	332''',03
10°	10°,35	72,81	11,84	537,8	6367	253,30	3,93	335''',17
11°	11°,48	71,84	12,18	556,6	6779	278,55	4,11	334''',00
12°	12°,37	72,94	11,95	549,3	6564	270,64	4,12	333''',79
13°	13°,48	77,06	12,14	583,7	7087	298,87	4,22	333''',52
14°	14°,50	68,97	11,38	561,0	6384	288,71	4,52	333''',19
15°	15°,36	70,20	11,27	555,6	6261	269,07	4,29	333''',64

Temperatur	Genaues Temperaturmittel	Pulsschläge (in 1 Minute)	Athemzüge (in 1 Minute)	Volum einer Exspiration (in C.-C., red. auf + 37° C. u. 336 par. Lin. Bar.)	Ausgeathmete Luft (in 1 Minute; in C.-C., red. auf + 37° C. u. 336 par. Lin. Bar.)	Ausgeathmete Kohlensäure (in 1 Minute; in C.-C., red. auf + 37° C. u. 336 par. Lin. Bar.)	Kohlensäure in 100 Raumtheilen exspirirter Luft	Barometer in paris. Linien (red. auf 0°)
16° C.	16°,48	67,93	10,75	538,2	5786	258,00	4,46	334‴,82
17°	17°,42	70,69	11,09	529,7	5874	243,94	4,15	333‴,91
18°	18°,48	75,78	11,59	465,3	5392	224,65	4,16	332‴,84
19°	19°,42	70,93	11,15	501,0	5586	243,70	4,36	332‴,86
20°	20°,32	69,15	11,10	533,9	5926	256,55	4,33	334‴,13
21°	21°,37	74,67	12,00	518,5	6222	266,75	4,29	333‴,90
22°	22°,27	72,53	12,81	490,5	6283	257,88	4,10	333‴,24
23°	23°,51	71,26	11,99	519,9	6233	259,50	4,16	335‴,04
24°	24°,29	72,28	12,11	514,8	6234	267,20	4,29	334‴,48

Die Temperaturwirkungen sind zu deutlich, als daß über diesen Gegenstand noch ein Zweifel möglich wäre. Theilen wir sämmtliche Beobachtungen in zwei Abschnitte, nach den niederen und höheren Wärmegraden, so bekommen wir folgende Ergebnisse:

	Mittel der niederen Temperaturen: 8°,47 C.	Mittel der höheren Temperaturen: 19°,40 C.	Differenzen der Werthe der respiratorischen Functionen
Pulsschläge (in 1 Minute)	72,93	71,29	1,64
Athemzüge (in 1 Minute)	12,16	11,57	0,59
Volum einer Exspiration (in C.-C.)	548,0	520,8	27,2
Exspirirte Luft (in 1 Minute; in C.-C.)	6672	6106	656
» Kohlensäure (in 1 Minute; in C.-C.)	299,33	257,81	41,52
Kohlensäure in 100 Raumtheilen ausgeathmeter Luft	4,28	4	0,20
Barometer	334‴,60	333‴,82	

Die zunehmende Luftwärme bewirkt demnach eine bedeutende Abnahme in der Zahl und Tiefe der Athembewegungen, sowie in dem Kohlensäuregehalte der ausgeathmeten Luft, wogegen die Pulsfrequenz sich fast gleich bleibt [1]).

Nehmen wir aus der ersten Tabelle die Mittelwerthe für die verschiedenen respiratorischen Functionen (welche bei der Pulsfrequenz 72,11, bei der Exspirationsfrequenz 11,86, hinsichtlich des Volums einer Exspiration 534,4 Cubikcentimeter, der in 1 Minute ausgeathmeten Luft 6344, und der

[1]) Die Differenzen scheinen vielleicht Manchem nicht sehr bedeutend, oder zum Theil gar das Resultat von Beobachtungsfehlern zu sein. Wenn es sich nur um eine geringe Zahl von Beobachtungen handelte, würde ich allerdings z. B. auf die erhaltenen Unterschiede in dem Volum der ausgeathmeten Luft, der Exspirationsfrequenz u. s. w. keinen großen Werth legen können; da aber meine Resultate auf mehre Hunderte von Beobachtungen basiren, so darf ich für die Mittelgrößen einen solchen Grad von Genauigkeit in Anspruch nehmen, wie er bei derartigen Beobachtungen nur immer möglich ist.

in derselben Zeit exspirirten Kohlensäure 278,57 Cubikcentimeter, hinsichtlich der relativen Kohlensäure 4,38% betragen) und setzen dieselbe = 100, so erhalten wir für eine Temperaturabnahme von 10°,93 C., welche den Temperaturdifferenzen der beiden Rubriken in der zweiten Tabelle entspricht, folgende Zunahme in der Energie der einzelnen respiratorischen Functionen: Pulsfrequenz 1,1%, Exspirationsfrequenz 4,9%, Volum einer Exspiration 5,2%, in 1 Minute ausgeathmete Luft 10,9%, in 1 Minute exhalirte Kohlensäure 14,9%, relative Kohlensäure 4,6%.

Der Einfluß des Luftdruckes auf die Respiration kann ebenfalls nur mittelst der bei der Untersuchung der Temperaturwirkung angegebenen Methode erforscht werden. Ich erwartete wegen der verhältnißmäßig geringen Schwankungen des Barometerstandes keinen nachweisbaren Einfluß des Luftdruckes auf die Respiration, erhielt aber Resultate, welche den Einfluß der Dichtigkeit der Luft auf das Athmen außer Zweifel setzen [1].

Indem ich meine Beobachtungen nach den Barometerständen zusammenstellte, erhielt ich folgende Resultate:

Barometerstand	Genaues Barometermittel	Pulsfrequenz (in 1 Minute)	Athemzüge (in 1 Minute)	Volum einer Exspiration	Ausgeathmete Luft in 1 Minute	Ausgeathmete Kohlensäure in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft
				in Cubikcentimetern reducirt auf 37° C. und 336‴ Barom.			
330‴	330‴,16	71,1	11,40	540,8	6165	276,82	4,480
332‴	331‴,87	70,9	11,54	526,7	6078	276,69	4,552
334‴	334‴,08	70,8	11,81	518,2	6119	264,03	4,319
336‴	335‴,82	73,2	12,12	527,7	6395	271,61	4,248
338‴	337‴,65	71,3	12,56	540,9	6793	287,68	4,181
340‴	339‴,66	72,1	12,28	519,1	6629	254,18	3,993

Theilen wir diese Tabelle ebenfalls in zwei gleiche Hälften, nach dem höheren und tieferen Barometerstande, so erhalten wir folgende Werthe:

Barometer	Puls	Athemzüge	Volum einer Exspiration	In 1 Minute exspirirte Luft	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure	Relative Kohlensäure
332‴,04	70,9	11,58	528,6	6121	272,51	4,450%
337‴,71	72,2	12,32	529,2	6607	271,16	4,141%

Ein Steigen des Barometers um 5‴,67 verändert demnach die verschiedenen respiratorischen Functionen in folgender Weise:

Es werden vermehrt die Pulsschläge in 1 Minute um 1,3
» » » » Athemzüge » » » » 0,74
» » » » ausgeathmete Luft » » » » 586 Cubikcent.

Dagegen wird die relative Kohlensäure um den bedeutenden Werth von 0,309% vermindert. — Die Vermehrung des Volums einer Exspiration um 0,6 Cubikcentimeter und die Verminderung der in 1 Minute exhalirten

[1] Die Beobachtung Poiseuille's (Rech. sur l. causes du mouvem. du sang dans l. vaiss. capill. Paris 1835), daß die Blutcirculation durch die Capillaren der Frösche, Salamander und kleinen Säugethiere weder bei einer Pression von 6 bis 7 Atmosphären, noch bei einer Quecksilberhöhe von nur 3 Centimetern, merkliche Differenzen zeigt, beweis't noch keineswegs, daß der Luftdruck ohne Einfluß auf den Organismus ist.

Kohlensäure um 1,35 Cubikcentimeter sind so unbedeutend, daß wir diese Veränderungen = 0 setzen müssen.

Die schon von Prout gemachte, und durch meine Beobachtungen in auffallender Weise bestätigte Wahrnehmung, daß der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft bei niederem Luftdrucke stärker ist, als bei höherem, wollte man daraus erklären, daß eine dünnere Luft das Entweichen der im Blute befindlichen Gase mehr begünstige, als eine dichtere Atmosphäre. Diese Ansicht ist aber unstatthaft, da wir annehmen müssen, daß die Spannung der im Blute enthaltenen Gase mit der Dichtigkeit der Atmosphäre in genauem Verhältnisse steht. Die Ursache liegt, wie aus der von mir mitgetheilten Tabelle ersichtlich ist, einzig und allein in der stärkeren Athmungsfrequenz bei höherem Barometerstande, in deren Folge eine größere Quantität Luft inspirirt wird, so daß das Verhältniß der exspirirten Kohlensäure zu der überhaupt ausgeathmeten Luft alsdann eine Abnahme erleiden muß. Aus der Thatsache, daß beim Besteigen hoher Berge die Athemzüge sehr vermehrt werden, wird wohl Niemand im Ernste die Folgerung ziehen wollen, daß durch das Eintreten einer Luftverdünnung überhaupt, vor Allem einer solchen, welche innerhalb der Grenzen unserer Barometerschwankungen liegt, eine Beschleunigung des Athmungsprocesses erfolgen muß.

Die Versuche, welche man über die Respirationen der Thiere im luftverdünnten Raum angestellt hat, gestatten, da sie zu heftig in den Gang der organischen Verrichtungen eingreifen, über den Einfluß mäßiger Barometerschwankungen auf die Respiration in einer Atmosphäre von der mittleren Pression von ungefähr 336''' durchaus kein Urtheil. Legallois hat über die Wirkung der verdünnten Luft auf die Respiration der Kaninchen, Katzen, Hunde und Meerschweinchen Versuche angestellt. Er schloß die Thiere in ein Manometer ein, und setzte sie dem Einfluß einer, im Mittel eine Pression von 502 Millimeter zeigenden Atmosphäre aus. In der folgenden Tabelle berechnete ich diese Versuche (10 an Zahl) nach ihren mittleren Ergebnissen; zur Vergleichung sind die an denselben Thieren gemachten correspondirenden Beobachtungen über das Athmen in einer Atmosphäre von gewöhnlichem Drucke beigesetzt.

	Sauerstoff Vor dem Versuche	Sauerstoff Nach dem Versuche	Sauerstoff Verzehrt	Kohlensäure	Verzehrtes Oxygen im Verhältniß zu dem anfangs Vorhandenen	Verhältniß der Kohlensäure zu dem absorbirten Oxygen	Temperaturabnahme der Thiere während der Versuche
	Reducirt auf den Druck von 76 Centimeter, die Temperatur von 20° C. und auf Hunderttheile des (41720 Cubikcent. haltenden) Manometers						
Gewöhnliche Luft	21,05	11,02	10, 03	7,87	1 : 2,09	1 : 1,27	—1, 0°C.
Verdünnte Luft	13,98	5,257	8,728	7,06	1 : 1,60	1 : 1,23	—3,79°C.

Die Dauer der Experimente beträgt in der Regel 3, bei größeren Thieren 2 Stunden. Einmal ging ein Hund zu Grunde; er hatte von den vorhandenen 15,68 Volumtheilen Oxygen 10,91 verzehrt und 9,11 Kohlensäure gebildet.

Es geht aus diesen Versuchen von Legallois hervor, daß die Thiere in einer Luft, welche um $1/3$ dünner ist, als gewöhnliche Luft, absolut zwar weniger Sauerstoff absorbiren, als in Luft von normaler Dichtigkeit, daß aber das Verhältniß des absorbirten zu dem vorhandenen Sauerstoffe in verdünnter Luft zunimmt, während das der erspirirten Kohlensäure zum absorbirten Sauerstoffe keine vom Athmen in normaler Luft merkliche Abweichung zeigt. Diese Versuche sind erst dann recht instructiv, wenn Menschen verdünnte Luft einathmen, ohne jedoch hinsichtlich der Tiefe und Frequenz der Athemzüge sich Abweichungen von der Norm zu erlauben; die Kenntniß der physikalischen Bedingungen des Gaswechsels bei der Respiration müßte durch solche Experimente sehr gefördert werden. Wir haben schon bei der Erörterung des Mechanismus der Athembewegungen gesehen, daß eine beträchtliche Verdünnung der in den Lungen enthaltenen Luft, wegen der Elasticität der Unterleibsorgane, nicht stattfinden kann; schon deßhalb wäre es interessant zu versuchen, ob Experimente über das Einathmen verdünnter Luft in der geschilderten Weise möglich sind.

Ich weiß kaum, ob ich Schübler's, nicht weiter bestätigte, an Mäusen angestellte Experimente anführen soll [1]), in welchen diese Thiere, wenn sie unter luftdicht verschlossenen Glasglocken elektrische oder nicht elektrische Luft athmeten, viel früher in der ersteren zu Grunde gingen und zugleich weniger Oxygen verzehrt hatten.

In der Regel legt man ein großes Gewicht auf die Verhältnisse der Respiration in den verschiedenen Tageszeiten, ohne sich die Ursachen der allerdings sehr bedeutenden Variationen, die in der Energie des Athmens innerhalb 24 Stunden regelmäßig auftreten, klar zu machen. Man citirt in fast allen Lehrbüchern der Physiologie Prout's Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt der in verschiedenen Tageszeiten ausgeathmeten Luft, und findet es recht wunderbar, daß gerade zur Mittagszeit das Maximum, und während Mitternacht das Minimum stattfindet. Andere Forscher, wie Brande, Coathupe, sind zu ganz verschiedenen Resultaten gelangt. Die Betrachtung der relativen Kohlensäure hat hier wenig Werth und giebt über die absoluten Quantitäten dieses Athmungsproductes gar keinen Aufschluß. Die bedeutenden Variationen, welche ich in der Intensität meiner Respiration in den verschiedenen Tageszeiten erhalten habe, sind, wie ich leicht beweisen kann, von meiner Lebensweise abhängig; zur Zeit der Verdauung der Hauptmahlzeit fand ich, wie auch Scharling, das Maximum der Kohlensäureausscheidung, unterließ ich es aber, die gewohnte Nahrung zu mir zu nehmen, so sank die von mir ausgeathmete Kohlensäure tief herab. Es hängen demnach die Schwankungen in der Energie der Respiration mit den Tageszeiten als solche nicht zusammen, und es werden durch meine einfachen Erfahrungen alle sublimen und mystischen, dem Geiste der modernen Wissenschaft durchaus widerstrebenden Ideen widerlegt, die man seit langer Zeit über astralische Einflüsse auf den menschlichen Organismus gemacht hat, und von denen selbst ein Mann wie Prout in seiner schätzbaren Abhandlung über das Athmen sich nicht ganz frei machen konnte. Die Modificationen, welche die Respiration zufolge der Veränderungen in der Temperatur, Pression u. s. w. der Atmosphäre in den verschiedenen Tageszeiten erleidet, sind, im Verhältniß zu den aus inneren Zuständen des Organismus

[1]) Schweigger's Journ. 3.

resultirenden Einflüssen auf das Athmen so gering, daß sie kaum nachweisbar sein möchten.

Meine Respiration zeigt in den einzelnen Stunden zwischen 9 Uhr Vormittags und 7 Uhr Abends, als der Zeit, in welcher mir allein eine gehörige Anzahl von Beobachtungen zu Gebote steht, folgende Differenzen:

Stunde	Pulsschläge (in 1 Minute)	Athemzüge (in 1 Minute)	Volum einer Exspiration (in Cubikcentimetern)	Exspirirte Luft in 1 Minute (in Cubikcentimetern)	Exspirirte Kohlens. in 1 Minute (in Cubikcentimetern)	Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft
9	73,8	12,1	503	6090	264	4,32
10	70,6	11,9	529	6295	282	4,47
11	69,6	11,4	534	6155	278	4,51
12[1])	69,2	11,5	496	5578	243	4,36
1	81,5	12,4	513	6343	276	4,35
2	84,4	13,0	516	6799	291	4,27
3	82,2	12,3	516	6377	279	4,37
4	77,8	12,2	517	6179	265	4,21
5	76,2	11,7	521	6096	252	4,13
6	75,2	11,6	496	5789	238	4,12
7	74,6	11,1	489	5428	229	4,22

Aus dieser Tabelle geht der Einfluß der Verdauung auf die Respiration sehr deutlich hervor. Noch besser kann jedoch unsere Frage gelös't werden, wenn nur solche Tage, an welchen kurz vor der Mittagsmahlzeit und während der Verdauung Beobachtungen angestellt wurden, zu den Zusammenstellungen verwandt werden. Es stehen mir in dieser Hinsicht 18 Tage zu Gebote.

Stunde	Pulsschläge (in 1 Minute)	Athemzüge (in 1 Minute)	Volum einer Exspiration (in Cubikcentimetern)	in 1 Minute exspirirte Luft (in Cubikcentimetern)	in 1 Minute exspirirte Kohlens. (in Cubikcentimetern)	Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft
12 Uhr	66,5	11,55	515,3	5945	258,61	4,32
2 »	82,3	12,77	529,0	6757	295,75	4,37
Differenzen	15,8	1,22	13,7	712	37,14	0,05

Durch dieses Verfahren ist die Wirkung der Verdauung noch nicht völlig genau bestimmt, weil man einwenden kann, daß mannichfaltige andere Ursachen, abgesehen von der Verdauung in der Stunde von 2 bis 3 möglicher Weise eine bedeutende Steigerung des Respirationsprocesses bedingen können. Ich stellte deßhalb zweimal Beobachtungen um 12 Uhr, 1 und 2 Uhr, ohne vorher gegessen zu haben, an, und erhielt im Mittel folgende Resultate:

Stunde	Pulsfrequenz (in 1 Minute)	Athemzüge (in 1 Minute)	Volum einer Exspiration (in Cubikcentimetern)	in 1 Min. ausgeathmete Luft (in Cubikcentimetern)	in 1 Min. ausgeathmete Kohlens. (in Cubikcentimetern)	Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft
12 Uhr	63	10	545	5450	270,22	4,69
1 »	64	9	527	4743	241,78	5,09
2 »	62,5	9½	575	5479	258,18	4,73

[1]) Die Mittagsmahlzeit dauert von 12 Uhr 30 Minuten bis 1 Uhr.

Der gewaltige Einfluß der Verdauung auf das Athmen wird jetzt erst recht deutlich. Statt einer sehr bedeutenden Beschleunigung der Respiration fand ich in den eben erwähnten Beobachtungen, wobei ich, statt eine Mahlzeit zu mir zu nehmen, fastete, eine bedeutende Depression in der Energie der Respiration. Die einzelnen respiratorischen Functionen müßten, wenn wir die in der vorletzten Tabelle enthaltenen Thatsachen benützen, um 2 Uhr, wenn eine gewöhnliche Mahlzeit vorausgegangen wäre, folgende Werthe zeigen:

Puls	Athemzüge	Volum einer Exspiration	In 1 Minute exspirirte Luft	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure	Relative Kohlensäure
78,8	11,22	558,7	6162	307,36	4,74

Diese Werthe unterscheiden sich von den in der zuletzt mitgetheilten Tabelle (Rubrik 2 Uhr) aufgeführten folgendermaßen:

Puls	Athemzüge	Volum einer Exspiration	In 1 Minute exspirirte Luft	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure
+ 16,3	+ 1,72	— 16,3	+ 683	+ 49,18

Diese Zahlen enthalten den wahren Ausdruck der Wirkung der Verdauung auf die verschiedenen respiratorischen Functionen, welche sämmtlich eine bedeutende Steigerung erfahren, das Volum einer Exspiration allein ausgenommen. Letztere Thatsache erklärt sich daraus, daß die Tiefe der Inspirationen bei gefülltem Magen gehemmt wird, so daß der Vermehrung der Luftzufuhr während der Verdauung nur durch eine vermehrte Frequenz der Athembewegungen genügt wird. In der kalten Jahreszeit ist die Zunahme der Kohlensäureausscheidung während der Verdauung absolut und relativ stärker, als in der warmen. Die Verdauung bedingte zu anderen Tageszeiten, in welchen ich freilich weniger Nahrungsmittel zu mir nahm, eine ähnliche, jedoch etwas geringere Steigerung in der Energie der respiratorischen Functionen.

Wie schon Prout, so habe auch ich eine bedeutende Abnahme in der Kohlensäureausscheidung nach dem Genusse spirituöser Getränke gefunden; die Kohlensäure sank nämlich nach dem Genusse von ½ bis 1 Flasche Wein im Mittel aus 4 Beobachtungen sehr schnell von 4,54% auf 4,01%, und behielt 1 bis 2 Stunden hindurch letzteren Werth bei. Dabei athmete ich keineswegs schneller oder tiefer, so daß nach dem Genusse der spirituösen Getränke auch die absolute Kohlensäuremenge bedeutend, d. h. um ein Achtel, abnimmt. Dieser Einfluß machte sich auch während der Verdauung geltend, indem die Kohlensäureausscheidung, wenn wir während der Mahlzeit Wein trinken, bei weitem nicht so energisch zunimmt, als nach Mahlzeiten ohne Weingenuß. Die Verdauung dauert länger, wenn wir Spirituosen zu uns nehmen, eine Thatsache, die selbst im Volke bekannt ist und die der Arzt in manchen Krankheiten mit Nutzen anwenden kann. Prout fand, daß die Wirkung der Spirituosen auf die Kohlensäureabscheidung bei leerem Magen auffallender und schneller, dagegen bei vollem Magen geringer, aber andauernder ist. Sehr ähnlich sind, demselben Forscher zufolge, die Wirkungen des starken Thee's.

Die bedeutende Verstärkung der Respiration durch die Verdauung wird durch mehre Beobachter bestätigt. Nach Spallanzani, Sorg und Zimmermann athmen Mollusken, Insecten und Säugethiere nach reichlicher Fütterung mehr Kohlensäure aus. Insecten, welche gefressen haben,

starben früher in eingeschlossener oder in irrespirabler Luft, als solche, die keine Nahrung zu sich nahmen. Scharling fand bei verschiedenen Personen das Maximum der Kohlensäurebildung immer nach der Hauptmahlzeit, ohne Rücksicht auf die Tageszeit. Lassaigne und Yvart bemerkten bei Meerschweinchen eine um 1/5 stärkere Sauerstoffabsorption, wenn dieselben mit stickstoffhaltiger Nahrung gefüttert worden waren, als wenn sie stickstofffreie Alimente erhielten. Dulong erhielt das merkwürdige Resultat, daß Pflanzenfresser nur 1/10 mehr Oxygengas absorbiren, als sie Kohlensäure ausathmen, während Fleischfresser (Hunde, Katzen) im Verhältniß zur Kohlensäure viel mehr Sauerstoff verbrauchen, indem die geringste Quantität des absorbirten nicht wieder in der Kohlensäure befindlichen Oxygens 1/5, die größte sogar 1/2 von der überhaupt absorbirten Oxygenmenge betrug. Despretz bestätigte im Allgemeinen diese Thatsache ebenfalls.

Beim Hungern nimmt die Ausscheidung der Kohlensäure bedeutend ab. Von großem Interesse sind Marchand's Untersuchungen über die Respiration hungernder Frösche. Er hielt die Thiere in der Zwischenzeit zwischen den Versuchen in Brunnenwasser, das alle 2 bis 3 Tage erneuert wurde. Dabei fand er, daß die Frösche, obschon sie keine Nahrung erhielten, zuweilen an dem einen Tage mehr wogen, als am Tage vorher, und zwar manchmal selbst bedeutend mehr. Es ist in der That das Bedürfniß dieser Thiere, Wasser zu sich zu nehmen, im Verhältniß zu dem übrigen Nahrungsbedürfnisse sehr groß. Von den zahlreichen Versuchsreihen Marchand's theile ich 3, welche am längsten fortgesetzt worden sind, mit:

Zeit des Versuches	Gewicht der Thiere nach dem Versuche in Grammen	100 Gramme Frosch scheiden aus Kohlenstoff (in 24 Stunden, in Grammen)	100 Gramme Frosch nehmen auf Sauerstoff (in 24 Stunden, in Grammen)	Verhältniß des aufgenommenen Sauerstoffs zum abgeschiedenen Carbon (letzteres = 100)	Verhältniß des Sauerstoffs der Kohlensäure zum Sauerstoff des Wassers (ersterer = 100)
Erste Reihe: 5 Frösche, gefangen am 9. Juni.					
24. Juni.	393,872	0,1260	0.3980	315	18,06
29. »	399,205	0,0625	0,2003	320	20,17
2. Juli.	395,486	0,0558	0,1876	322	20,84
8. »	378,895	0,0485	0,1744	359	35,17
10. »	374,237	0,0406	0,1406	346	29,90
15. »	358,567	0,0519	0,2213	426	59,99
25. »	286,766	0,0529	0,1843	348	35,29
4. Aug.	279,440	0,0339	0,0922	270	1,50
11. »	273,070	9,0350	0,0956	270	1,55
Zweite Reihe: 7 Frösche, gefangen am 9. Juni. (Nach Versuch 2. starb ein Thier.)					
4. Juli.	542,854	0,0802	0,2580	321	20,04
9. »	511,488	0,0554	0,1881	339	26,87
13. »	439,552	0,0470	0,1313	418	57,49
18. »	428,855	0,0546	0,2081	380	43,20
22. »	417,855	0,0496	0,1634	329	23,64
9. Aug.	388,608	0,0552	0,1705	308	15,94
Dritte Reihe: 4 Frösche, gefangen am 11. Juli.					
12. Juli.	466,015	0,0589	0,1989	337	26,91
19. »	430,878	0,0576	0,2317	404	51,43
21. »	437,739	0,0442	0,1630	369	38,14
24. »	439,950	0,0614	0,2181	355	32,87
30. »	423,660	0,0455	0,1639	356	34,69
12. Aug.	405,610	0,0448	0,1468	327	23,14

Es ist durch diese Versuche Marchand's bewiesen, daß die Thiere beim fortwährenden Fasten immer weniger Sauerstoff aufnehmen und weniger Kohlensäure aushauchen. Dieses Factum wird um so deutlicher, je länger die Abstinenz der Thiere von der Nahrung dauert. Das Minimum der Kohlensäureausscheidung verhält sich zum Maximum in obigen Versuchsreihen einmal wie 1 : 3,6, in den beiden anderen Reihen wie 1 : 1½. Das Verhältniß des absorbirten Sauerstoffes zur exspirirten Kohlensäure steigt anfangs, bis es ein Maximum erreicht, wo also — der später zu erörternden Theorie zufolge — die größte Menge von Wasserstoff oxydirt werden muß; sodann nimmt dieses Verhältniß ab und sinkt so bedeutend, daß zuletzt für 100 Theile exspirirten Kohlenstoff nur 270 Theile Oxygen aufgenommen werden, also nur unbedeutend mehr, als zur Kohlensäurebildung nöthig ist.

Am meisten sinkt die Energie der Respiration im Schlafe. Nach Scharling wird im wachenden, ruhigen Zustande etwa ¼ mehr Kohlensäure exspirirt, als während des Schlafes, eine Differenz, die sich noch viel stärker herausstellt, wenn wir die (leider in nur geringer Anzahl vorhandenen) Beobachtungen Scharling's vergleichen, in welchen die Individuen in nicht zu langen Zeitintervallen im schlafenden und wachenden Zustande beobachtet wurden. Ein Mann, der Nachts von 11 bis 12 Uhr 6,21 Grm. Carbon ausathmete, exspirirte den andern Tag zwischen 12 und 1, nach eingenommener Mahlzeit 9,19 Grm.; ein anderer, unter gleichen Verhält-hältnissen im Schlafe 8,56, nach dem Mittagsessen aber 11,11 Grm. Die Beobachtungen Marchand's und Anderer an Thieren über die Abnahme der Kohlensäure zur Nachtzeit sind einzig und allein durch die Ruhe der Thiere zu erklären. Es war mir, sowie auch Prout, höchst auffallend, daß unmittelbar nach dem Erwachen die Kohlensäureausscheidung sehr bedeutend ist, und erst nach ½ bis 1 Stunde, und zwar ziemlich beträchtlich, abnimmt.

In Folge der Körperbewegung nimmt die Respirationsfrequenz und die Sauerstoffconsumtion bedeutend zu. Seguin verbrauchte, als er, eine Last von 15 Pfd. tragend, eine Höhe von 613 Fuß erstieg, 2¾mal mehr Sauerstoff, als im Zustande der Ruhe. Die Angaben Prout's über den Einfluß der Bewegung auf die in der ausgeathmeten Luft enthaltene Kohlensäure haben einen sehr bedingten Werth, da sie keine Einsicht in die absoluten Quantitäten gestatten. Zu Anfang mäßiger Bewegung fand er eine Vermehrung, bei heftiger Bewegung aber eine Abnahme der procentigen Kohlensäure. Auch bemerkte er nach langem Stillschweigen durch Sprechen eine schwache momentane Vermehrung der relativen Kohlensäure. Ich fand als Nachwirkung einer mäßigen Bewegung ganz constant im Zustande der darauf folgenden Ruhe eine Verstärkung der Respiration, und zwar in der Art, daß ich im Mittel aus mehren Versuchen in 1 Minute 311 C. C. Luft und 19,63 C. C. Kohlensäuregas mehr ausathmete, während zugleich der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft um 0,140 % stieg.

Nach Andral und Gavarret nimmt die Ausscheidung der Kohlensäure in der Schwangerschaft etwas zu; während nämlich 7 (meist jedoch wenig robuste Frauen) im Mittel 6,4 Grm. Carbon in 1 Stunde exspirirten, athmete im Mittel aus 4 (meistens an robusten Frauen gemachten Beobachtungen) eine schwangere Frau 7,9 Grm. Kohlenstoff aus.

Prout, von dessen trefflichen Beobachtungen kaum eine einzige in der langen Reihe meiner Untersuchungen widerlegt worden ist, deutet darauf hin, daß erheiternde Gemüthsbewegungen eine Zunahme der Kohlensäure bewirken. Ich habe in zwei Fällen an mir bemerkt, daß Gemüthsaffecte,

seien sie freudiger oder entgegengesetzter Natur, wenigstens momentan eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung bewirkten.

Von größtem Interesse für eine höhere Auffassung der Vorgänge des kranken Lebens müßten Beobachtungen über die Respiration in verschiedenen Krankheiten sein. Im Vereine mit den zahlreichen, in neuester Zeit angestellten Untersuchungen über die Veränderungen des Blutes und Harnes in Krankheiten würden sich daraus ohne Zweifel für die Physiologie und Pathologie wichtige Consequenzen ergeben. Fast alle, nur irgend beträchtliche Krankheiten werden auf den Chemismus des Athmens von Einfluß sein, und ich bezweifle sehr die Wahrheit der Behauptung von Nysten, daß bei chronischen fieberlosen Krankheiten, und in solchen, in denen die Lungen nicht ergriffen sind und der Mechanismus des Athmens keine Störungen erleidet, die chemischen Producte des Athmens nicht merklich von der Norm abweichen. Aus den über die Respiration an Kranken angestellten Untersuchungen können übrigens erst dann Schlüsse gezogen werden, wenn die Zahl der Experimente bedeutend ist, und wenn die Athmungsproducte an den nämlichen Individuen auch in gesunden Zuständen untersucht werden. Die in den Lehrbüchern in der Regel citirten, höchst sparsamen Beobachtungen von Nysten, Gregor und Scudamore haben um so weniger Werth, als es sich dabei selten um mehr, als die procentige Kohlensäure der exspirirten Luft handelt. Ich glaube, die hier bekannt gemachten Beobachtungen als ganz unzuverlässig füglich übergehen zu können.

Ueber den Einfluß der Rhythmik der Athmungsbewegungen auf die chemische Beschaffenheit der ausgeathmeten Luft.

Die Respirationsbewegungen äußern einen bedeutenden Einfluß auf die Ausscheidung und Aufnahme der Gase. Sämmtliche hierher gehörige Fragen sind bisher entweder gar nicht beachtet worden, oder man hat, wenn man ihnen einige Aufmerksamkeit zugewandt hat, nicht daran gedacht, die aus den Experimenten erhaltenen Resultate auf die Erklärung der Vorgänge der Respiration anzuwenden. In Folgendem theile ich die hauptsächlichsten Resultate von 171 Experimenten mit, welche ich über den Einfluß der auf verschiedene Weise modificirten Athmungsbewegungen auf den Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft angestellt habe, und zu deren besserer Würdigung correspondirende Beobachtungen über das normale Athmen in gleicher Anzahl von mir ausgeführt worden sind [1]. So groß auch die Anzahl der von mir gemachten Beobachtungen ist, so habe ich doch das mir vorgesetzte Thema nicht erschöpft, weil ich auf das Verhalten der übrigen Gase keine Rücksicht genommen habe. Dieselben stimmen ohne Zweifel im Allgemeinen mit der Kohlensäure überein; doch wird eine nähere Untersuchung derselben gewisse, ihnen eigenthümliche Modificationen ergeben.

Am auffallendsten auf die Ausscheidung der Kohlensäure ist die Wirkung der Häufigkeit der Athmungsbewegungen. Ich erhielt hierüber folgende Resultate:

---

[1]) Hinsichtlich der speciellen Erörterung unseres Gegenstandes und der sparsamen, von früheren Physiologen hierüber angestellten Untersuchungen verweise ich auf meine Schrift: Physiologie des Athmens, woselbst sämmtliche von mir angestellte Experimente einzeln aufgeführt sind.

Zahl der Experimente	Normales Athmen		Athemzüge von abnormer Frequenz		Unterschiede beider Kohlensäurewerthe.
	Athemzüge in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. exspirirter Luft	Respirationsfrequenz	Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft	
18	12,27	4,257	2mal stärker	3,335	0,927
9	11,66	4,335	3 » »	3,210	1,125
9	11,55	4,318	4 » »	3,024	1,294
1	12,	4,060	5 » »	2,480	1,580
6	11,83	4,341	8 » »	2,741	1,600
8	11,62	4,259	½ » langsmr.	5,575	1,316

Die Unterschiede der durch Athemzüge von verschiedener Frequenz gelieferten Kohlensäurewerthe sind, wenn wir ganz kleine, höchstens $1/10$ % betragende, und sowohl durch die Schwierigkeit der Experimente, als durch die Betrachtung der Natur der Zahlenreihe selbst, vollkommen motivirte Correctionen anbringen, und von dem, die frequentesten Athembewegungen darstellenden Gliede anfangend, jedes Glied von dem zunächst voranstehenden abzählen, folgende: 0,2 %, 0,4 %, 0,8 % [1]. Bei den Versuchen mit um die Hälfte der normalen Zeit verlangsamten Exspirationen stellten sich bedeutende Schwierigkeiten, namentlich Respirationsstörungen ein, wodurch ein völlig exactes Resultat nicht möglich war; wenn wir in der eben begonnenen Potenzenreihe fortfahren, so erhalten wir statt der empirisch gefundenen Differenz 1,316 diejenige von 1,6 %, so daß wir also eine, zwar absolut, nicht aber relativ, stärkere Correction als an den übrigen Gliedern hier anbringen müssen. Ich muß jedoch noch aufmerksam machen, daß möglicher Weise die für normale und die Norm an Frequenz übertreffenden Athemzüge aufgefundene Functionsreihe bei sehr langsamen Athemzügen eine geringere Aenderung erleidet, indem bei den letzteren die Kohlensäureausscheidung durch ein weiteres hinzutretendes Moment etwas beschränkt wird, worauf die unten mitzutheilenden Experimente, die ich über den Kohlensäuregehalt der in den Lungen bei gehemmtem Athmen enthaltenen Luft angestellt habe, hindeuten. Wie dem auch sei, so erleidet das von mir aufgefundene Gesetz durch letzteren Umstand höchstens eine kleine, gegenwärtig noch nicht zu bemessende Modification. Wenn wir nun von dem durch die Zahl 2,7 % dargestellten letzten Gliede ausgehen und die übrigen Werthe nach den vorhin motivirten Correctionen bestimmen, so erhalten wir für Athemzüge von verschiedener Frequenz folgende Reihe:

Athemzüge in 1 Min.	Kohlensäure in 100 Vol. exspirirter Luft.
96	2,7 = 5,7 — 3,0
48	2,9 = 5,7 — 2,8
24	3,3 = 5,7 — 2,4
12	4,1 = 5,7 — 1,6
6	5,7 = 5,7 — 0

Beziehen wir die Kohlensäurewerthe auf die Dauer einer Athembewegung, wozu wir noch den einer Respirationsfrequenz von 192 Athemzügen

[1]) Die zu den um das 3 und 5fache vermehrten Athemzügen gehörigen, das Gesetz übrigens durchaus bestätigenden Zahlen werden übergangen.

zukommenden, obiger Reihe zufolge durch 5,7 — 3,1 = 2,6 dargestellten Kohlensäurewerth (der durch das Experiment allerdings nicht mehr aufgefunden werden kann) hinzufügen, so erhalten wir nachstehende Uebersicht:

Exspirationen in 1 Minute	Dauer eines Athemzuges in Secunden	Kohlensäure in 100 Raumtheilen ausgeathmeter Luft	Constanter Kohlensäurewerth	Proportionalgröße
192	0,3125	2,6	2,6	0,
96	0,625	2,7	2,6	0,1
48	1,25	2,9	2,6	0,3
24	2,5	3,3	2,6	0,7
12	5	4,1	2,6	1,5
6	10	5,7	2,6	3,1

Bezeichnet a die bei jeder Exspiration constante Kohlensäure, T die Dauer der kürzesten Athmungsbewegung, so entspricht allgemein der Dauer $T \,.\, 2^n$ jeder Athmungsbewegung der Kohlensäurewerth I.) $a + \frac{2^n - 1}{10}$. Da $T \,.\, 2^n$ eine Exspiration von jeder beliebigen Dauer t darstellt, so wird $2^n = \frac{t}{T}$. Dieser Ausdruck giebt, in I. eingeführt, für irgend eine Dauer t einer Exspiration den Kohlensäurewerth II.) $a + \frac{t - T}{10\,T}$.

Es giebt demnach jede Exspiration, sei sie noch so kurz oder möglichst langsam, außer einem gewissen constanten Werthe (der das Resultat einer Menge von, zu unserem gegenwärtigen Gesetz keinen Bezug habenden, Ursachen ist) eine weitere Größe, welche der Dauer des Athemzuges genau proportional ist. Es versteht sich hier, wie bei der Aufstellung jeder andern Functionsweise von selbst, daß alle übrigen Bedingungen unverändert bleiben müssen, und daß bloß unter dieser Voraussetzung das aufgefundene Gesetz seine Gültigkeit hat. Höchst merkwürdig ist aber, daß das Gesetz sich bestätigt, mag die bei 12 Athemzügen in 1 Minute exspirirte Kohlensäure 4,1% betragen, bis zum Maximum 6,2% steigen, oder auf den Minimalwerth 3,3% herabsinken. Immer wird z. B. bei 24 Athemzügen in 1 Minute die procentige Kohlensäure um 0,8% abnehmen, also resp. 3,3%, 5,4% oder nur 2,5% betragen.

Die absoluten, d. h. die in einer gewissen Zeit ausgeschiedenen Kohlensäurequantitäten lassen sich nach obigen Daten leicht berechnen. Folgende Uebersicht erläutert diesen Gegenstand:

Ausathmungen in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. exspirirter Luft	In 1 Minute ausgeathmete Luft	In 1 Minute ausgeathmete Kohlensäure	Durch eine Exspiration ausgeathmete Kohlensäure
		in Cubikcentimetern		
6	5,7	3000 [1]	171	28,5
12	4,1	6000	246	20,5
24	3,3	12000	396	16,5
48	2,9	24000	696	14,5
96	2,7	48000	1296	13,5

[1]) Das Volum einer Exspiration = 500 Cubikcentimeter.

Auch hier ergiebt sich wieder für jede Exspiration, dieselbe mag jede beliebige Dauer haben, eine constante und eine proportionale Größe.

Wenn wir zu der schon oben angestellten Berechnung des einer Respirationsfrequenz von 192 Athemzügen zukommenden Kohlensäurewerthes noch die durch 2 . 192 = 384 Athemzüge (die allerdings nicht mehr möglich sind) gebildete Kohlensäure hinzufügen, so erhalten wir folgendes Ergebniß:

Exspirationen in 1 Minute	in 1 Minute ausgeathmete Luft (in Cubikcentimetern)	in 1 Minute ausgeathmete Kohlensäure (in Cubikcentimetern)	Durch eine Exspiration ausgeschiedene Kohlensäure (in Cubikcentimetern)	Kohlensäure in 100 Vol. Luft
192	96000	2496	13,0	2,6
384	192000	4896	12,7	2,55

Schlägt man die Quantität der im Blute enthaltenen, in 1 Minute durch die Lungencapillaren strömende Kohlensäure zu 4300 Cubikcentimeter an, so ergiebt sich, daß sogar bei der größtmöglichsten Respirationsfrequenz nicht alle im Blute enthaltene Kohlensäure ausgeschieden wird, und daß wir über 300 Athemzüge in 1 Minute machen müßten, wenn alle durch die Lungencapillaren fließende Kohlensäure bei der Respiration abgeschieden werden müßte [1]). Bei der so eben gemachten Voraussetzung hinsichtlich der in 1 Minute durch die Lungencapillaren strömenden Kohlensäure werden von 100 Theilen der letzteren ausgeschieden:

bei Athemzügen in in 1 Minute		
6	—	3,97%
12	—	5,72%
24	—	9,21%
48	—	16,18%
96	—	30,14%
192	—	58,04%
(384	—	113,88%)

Die Größe der Athmungsbewegungen ist von nicht minder bedeutendem Einfluß auf den Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft, als das so eben untersuchte Moment. Meine Versuche ergaben folgendes Resultat:

Zahl der Versuche	Athmungsbewegungen von gewöhnlicher Größe: Volum einer Exspiration, in C.-C.	Athmungsbewegungen von gewöhnlicher Größe: Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft	Athmungsbewegungen von ungewöhnlicher Größe: Vol. einer Exspiration (das normale Vol. = 1).	Athmungsbewegungen von ungewöhnlicher Größe: Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft	Differenz der Kohlensäurewerthe
11	591	4,69	2	4,00	0,69
1	509	4,59	3	3,70	0,89
4	545	4,50	4	3,38	1,12
4	584	4,75	8(richtiger 7½)	2,78	1,97
4	563	4,45	½	5,38	0,93

[1]) Die nähere Motivirung dieser Annahme, gestützt auf die Zutrauen verdienenden Experimente von Magnus, Valentin und Magendie über den Kohlensäure=

Diese Experimente sind viel schwieriger auszuführen, als diejenigen mit veränderter Frequenz der Respirationsbewegungen, da es unmöglich ist, die Athmungsbewegungen so zu vollführen, daß sie genau der erforderlichen Tiefe entsprechen, d. h. genau 2-, 4-, 8mal größere Luftvolumina in die Lungen ein- und austreiben. Deßhalb sind auch exacte, zum Calcul verwendbare Resultate mittelst dieser Experimente kaum zu erlangen.

Anders gestalten sich die Resultate, wenn zwar die Ein- und Ausathmungen möglichst tief gemacht werden, ohne daß aber, wie es in den vorhin mitgetheilten Experimenten der Fall war, schon vor dem Versuche derselbe Modus der Athmungsbewegungen angenommen wurde. Deßhalb enthält die in den folgenden Versuchen ausgeathmete Luftmenge außer der in Folge der vergrößerten Inspirationen gebildeten Kohlensäure noch diejenigen Quantitäten der letzteren, welche von den vorangegangenen gewöhnlichen Athemzügen in den Lungen rückständig ist. Im Mittel aus 6 Experimenten erhielt ich folgende Ergebnisse:

	Volum einer Exspiration in Cubikcentimetern		Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft
Normale Athemzüge	568	—	4,78
Möglichst tiefe »	3600	—	4,05

Hier ist also die Abnahme der procentigen Kohlensäure bei möglichst tiefem Athmen, aus dem vorhin angegebenen Grunde, viel geringer, als in den oben erwähnten Experimenten. —

Schon Jurine, sowie Allen und Pepys, fanden, daß der Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft in den feineren Bronchialverzweigungen zunimmt. Die Versuche, die ich hierüber anstellte, sind so schwierig, daß ich nur annähernde Resultate erlangen konnte, indem die von mir aufgefundenen Differenzen, wie andere leichter anzustellende Experimente, die bald aufgeführt werden, beweisen, zu hoch sind. Indem ich versuchte, die exspirirten Luftvolumina in zwei, wo möglich gleiche Hälften zu theilen, ergaben sich folgende Resultate:

Zahl der Experimente	Kohlensäuregehalt der gesammten Exspiration	Kohlensäuregehalt der ersten Hälfte einer Exspiration	Kohlensäuregehalt der zweiten Hälfte einer Exspiration
21	4,48	3,72	5,44

Die Vergleichung des Koblensäuregehaltes einer normalen Exspiration mit der durch die möglichst angestrengteste Ausathmung erhaltenen Kohlensäuremenge giebt ebenfalls ein Hülfsmittel, um unsere Frage zu lösen. Wir erhalten, wenn wir den Kohlensäuregehalt einer gewöhnlichen Exspiration von der Kohlensäurequantität abziehen, die sich in der durch möglichst starke Ausathmungen exspirirten Luft befindet, als Rest die in den tieferen Luftschichten der Lungen enthaltene Kohlensäure. Während im Mittel aus 8 Experimenten das durch eine normale Exspiration ausgeschiedene, 574 Cubikcentimeter betragende Luftvolum 4,63% Kohlensäure enthielt, betrug der Kohlensäuregehalt

gehalt des Blutes und über die in einer gewissen Zeit durch die Lungen strömende Blutmasse, s. in meiner: Physiologie des Athmens, S. 118. Wir werden allerdings im Verlaufe, bei der theoretischen Betrachtung des Respirationsprocesses, erkennen, daß eine derartige Auffassungsweise nur einen bedingten Werth hat.

einer, nach vorhergehender normalen Inspiration vollführten, möglichst starken (1800 Cubikcentimeter messenden) Exspiration 5,18%. Die in beiden Exspirationsvolumen enthaltenen Kohlensäuremengen betragen demnach 26,57 und 93,24 Cubikcentimeter; folglich sind in den 1226 Cubikcentimeter betragenden tieferen Schichten der starken Exspiration 66,67 Cubikcentimeter (= 5,43%) Kohlensäure, also 0,80% mehr, als in dem normalen Exspirationsvolum enthalten. Da aber die Lungen sogar durch die stärkste Exspiration nicht völlig entleert werden, indem noch ungefähr 600 Cubikcentimeter zurückbleiben, so muß, weil der Kohlensäuregehalt der Luft in den tieferen Partien der Athmungsorgane zunimmt, in denselben der größte procentige Kohlensäuregehalt vorhanden sein, den wir um 1,2% stärker annehmen dürfen, als in der durch Exspirationen von normaler Tiefe ausgeathmeten Luft.

Von großer Wichtigkeit für die Kenntniß der Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute sind Experimente über den Einfluß der Athmungshemmung auf den Kohlensäuregehalt der in den Lungen befindlichen Luft. Hierüber habe ich 4 Reihen von Versuchen angestellt. In der ersten Reihe, welche aus 19 Versuchen und 12 correspondirenden Beobachtungen über das normale Athmen besteht, hielt ich bei geschlossener Mund- und Nasenöffnung nach vorangegangener normaler Inspiration, 20 bis 60 Secunden hindurch den Athem an, und entleerte sodann die Lungen durch eine möglichst starke Exspiration. Diese Experimente lieferten folgende Mittelwerthe:

Dauer der Hemmung des Athmens	Anzahl der Versuche	Kohlensäure in %		Differenz der Kohlensäurewerthe
		beim entsprechenden normalen Athmen	bei den Versuchen mit gehemmtem Athmen	
20 Sec.	4	4,77	6,50	1,73
25 »	2	4,71	6,59	1,88
30 »	4	4,95	7,04	2,09
40 »	5	4,90	7,22	2,32
50 »	3	4,91	7,23	2,32
60 »	1	5,02	7,44	2,42

Beziehen wir die in obigen Versuchen erhaltenen Kohlensäurewerthe auf eine und dieselbe normale Kohlensäuremenge, wobei wir keine der in obigen Beobachtungen gefundenen, zufällig hohen Werthe, sondern die Mittelgröße 4,30% als Basis annehmen wollen, so erhalten wir nachstehende Zahlen für die verschiedene Dauer der Respirationshemmung. Zugleich sind die absoluten Kohlensäurewerthe aufgeführt, die sich aus dem, jedesmal ungefähr 1800 Cubikcentimeter betragenden Volum einer möglichst starken Exspiration ergeben.

Dauer der Hemmung des Athmens	Kohlensäure	
	in 100 Vol. Luft	in Cubikcentimetern
20 Sec.	6,03	108,5
25 »	6,18	111,2
30 »	6,39	115,0
40 »	6,62	119,0
50 »	6,62	119,0
60 »	6,72	120,9

Bei der Vergleichung der unter diesen abnormen Bedingungen ausgeschiedenen Kohlensäure mit derjenigen, die unter gewöhnlichen Verhältnissen ausgeathmet wird, muß man aber bedenken, daß bei den Versuchen mit gehemmtem Athmen eine möglich starke Exspiration gemacht wurde, während beim gewöhnlichen Athmen ein viel geringeres Luftvolum durch eine Exspiration ausgetrieben wurde. Deßhalb muß auch der Kohlensäuregehalt der durch normales Athmen ausgeschiedenen Luft, wenn wir denselben mit dem Kohlensäuregehalte der in den Lungen nach dem Anhalten des Athmens befindlichen Luft vergleichen wollen, erhöht werden, und zwar um 0,55%, wie die oben über den Kohlensäuregehalt der verschiedenen Partien der Lungen angestellten Experimente ergeben haben. Diese letzteren geben uns zugleich über die beim Beginne des Versuches in den Lungen in Folge des vorhergegangenen normalen Athmens zurückgebliebene Kohlensäure Aufschluß, welche wir von den in der voranstehenden Tabelle angeführten Kohlensäurequantitäten abzuziehen haben, wenn wir die während der verschiedenen Respirationshemmungen gebildeten Kohlensäuremengen erhalten wollen. Zugleich ist zu bedenken, daß die Respiration während der 5 ersten Secunden des Versuches noch innerhalb der normalen Bedingungen sich befindet, indem beim gewöhnlichen Athmen erst nach 5 Secunden eine neue Exspiration erfolgt wäre. Deßhalb ist auch die Zeitlänge der Athmungshemmung bei jedem Versuche um 5 Secunden zu reduciren. Nach den erwähnten Berichtigungen sind die bei den Respirationshemmungen gebildeten Kohlensäurequantitäten folgende:

Dauer der Hemmung des Athmens	Während der Respirationshemmung gebildete Kohlensäure	Kohlensäure, welche beim normalen Athmen in derselben Zeit ausgeschieden wird	Abnahme der aus dem Blut abgeschiedenen Kohlensäure zufolge der Respirationshemmung
	in Cubikcentimetern		
15 Sec.	21,2	64,5	43,3
20 »	23,9	86,0	62,1
25 »	27,7	107,6	79,9
35 »	31,7	150,5	118,8
45 »	31,7	193,5	161,8
55 »	33,6	236,5	202,9

In einer zweiten Versuchsreihe, die aus 40 Experimenten besteht, wurde nach vorhergegangener möglichst tiefen Inspiration der Athem verschieden lange Zeit zurückgehalten, und sodann eine möglichst große Exspiration gemacht. Bei diesen Experimenten konnte die Respiration natürlich viel länger zurückgehalten werden; während in der vorigen Versuchsreihe nach 40 bis 50 Secunden die peinlichste Dyspnoe sich einstellte, traten hier erst nach 70 bis 90 Secunden heftige Athmungsbeschwerden ein.

Dauer der Hemmung des Athmens	Kohlensäure in %		Differenzen beider Kohlensäurewerthe
	beim entsprechenden normalen Athmen	beim gehemmten Athmen	
20 Sec.	4,01	4,80	0,79
40 »	3,80	5,21	1,41
60 »	4,02	6,06	2,04
80 »	4,09	6,44	2,35
90 »	3,74	6,50	2,76
100 »	4,98	8,06	3,08

Beziehen wir auch hier wieder sämmtliche in den einzelnen Versuchen erhaltenen Kohlensäurewerthe auf eine und dieselbe normale procentige Kohlensäure, nämlich 4,30%, und bringen wir ebenfalls die bei der vorigen Versuchsreihe für nöthig erachteten Berichtigungen an, so erhalten wir nachstehende Resultate:

Dauer der Respirationshemmung	Kohlensäure		Kohlensäure, welche beim normalen Athmen in derselben Zeit ausgeathmet wird	Während der Respirationshemmung gebildete Kohlensäure	Differenzen beider Kohlensäurewerthe
	In 100 Vol. exspirirter Luft	Nach dem Versuche ausgeathmet in Cubikcentimetern [1])	in Cubikcentimetern		
15 Sec.	5,09	183,2	64,5	95,9	+ 31,4
35 »	5,71	205,5	150,5	118,2	— 32,3
55 »	6,34	228,2	236,5	130,9	— 105,0
75 »	6,67	240,1	322,5	152,8	— 169,7
95 »	7,38	265,6	408,5	177,8	— 230,7

Man sieht aus dieser Tabelle, daß unter den erwähnten Verhältnissen bei einer 15 Secunden dauernden Hemmung der Respiration die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute nicht nur nicht gestört ist, sondern daß sie selbst eine Zunahme erfährt.

In einer dritten Versuchsreihe wurde nach gehindertem Luftzutritte, bei vorhergegangener normaler Inspiration eine Exspiration von normalem Volum gemacht, zehn Versuche gaben folgendes Resultat:

Kohlensäure beim normalen Athmen, in %	Dauer der Hemmung der Respiration	Kohlensäure bei gehemmtem Athmen, in %	Differenzen beider Kohlensäurewerthe
3,61	10 Secunden	4,74	1,13
3,75	20 »	5,27	1,52
3,90	30 »	5,45	1,55

Eine vierte, aus 10 Experimenten bestehende Versuchsreihe, in deren Detail ich hier nicht eingehen will, wies endlich nach, daß nach einer Respirationshemmung von 40 Secunden der Kohlensäuregehalt in den verschiedenen Partien der Lungen fast nicht, oder doch nur so wenig differirt, daß die Analyse kaum einen Unterschied nachweisen kann; ein Ergebniß, das sehr auffallend ist, namentlich, wenn man bedenkt, daß beim gewöhnlichen Athmen die in den verschiedenen Portionen der ausgeathmeten Luft enthaltene Kohlensäure, wie wir oben erfahren haben, bedeutend differirt. —

Wird eine und dieselbe Luft öfters geathmet, so vermehrt sich gleichfalls ihr Kohlensäuregehalt. So athmete ich in 3 Versuchen ein, jedesmal 7000 Cubikcentimeter betragendes Luftvolum, 1½ bis 3 Minuten lang ein und aus, und fand in demselben im Mittel 1,5% mehr Kohlensäure, als in der durch normale Athemzüge ausgeathmeten Luft.

Sämmtliche Experimente, welche ich über den Einfluß der Rhythmik der

[1]) Das nach möglichst tiefer Inspiration durch die angestrengteste Exspiration ausgetriebene Luftvolum beträgt nämlich 3600 Cubikcentimeter.

Respirationsbewegungen auf den Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft angestellt habe, werden bei Erörterung der Theorie der Respiration, zu welchem Zwecke sie überhaupt unternommen worden sind, ihre Anwendung finden.

Theorie der Respiration.

Die Theorie der Respiration hat die Aufgabe, die Aufnahme des atmosphärischen Sauerstoffgases in den Organismus, sowie die Bildung und Ausscheidung der gasförmigen Excretionsproducte nebst der dabei vor sich gehenden Wärmeentwicklung zu erklären, d. h. auf bekannte Naturgesetze zurückzuführen. Bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Respirationslehre können wir jedoch in unseren theoretischen Erörterungen den so eben bezeichneten Weg nicht einschlagen, der allerdings der Natur der Sache nach und vom Standpunkte der strengen Logik sich als der beste erweis't. Wie überall, so konnte nämlich auch hier die Forschung nicht immer Schritt für Schritt von den Ursachen zu den Wirkungen, oder umgekehrt, gelangen, sondern es mußten diejenigen Punkte herausgehoben werden, welche sich als die zugänglichsten und am leichtesten zu erörternden erwiesen, und von welchen aus die dazwischen liegenden Lücken wenigstens theilweise ausgefüllt werden konnten. So bilden, wenn es sich um eine exacte theoretische Erörterung des Respirationsprocesses handelt, gegenwärtig die Gesetze, nach welchen die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungen erfolgt, die Grundlage der gesammten Darstellung, und zwar um so eher, als die Verhältnisse der Kohlensäure sich zum Theil auch an den übrigen, bei der Respiration in Betrachtung kommenden Gasen nachweisen lassen.

Bei dem zwischen dem Organismus und der atmosphärischen Luft beständig vor sich gehenden Gaswechsel sind im Allgemeinen zwei Momente zu unterscheiden, nämlich einerseits der in die Lungen eingeführte respirable Stoff, und andererseits das durch die Lungencapillaren strömende Blut. Jedes dieser Momente ist 1) nach seinen quantitativen Beziehungen, 2) in seinen chemischen Verhältnissen und 3) nach dem Drucke, unter dem es sich befindet, aufzufassen.

Die Menge der ein- und ausgeathmeten Luft hängt ab 1) von der Anzahl und 2) von der Größe der in einem gewissen Zeitraume vollführten Athmungsbewegungen. Die Mengenverhältnisse des in einer bestimmten Zeit durch die Lungencapillaren strömenden Blutes werden bestimmt 1) durch die Anzahl der Herzschläge und 2) durch die gesammte Blutquantität des Körpers, oder, was vielleicht dieselbe Bedeutung hat, durch die mittelst einer Systole aus dem rechten Herzen ausgetriebene Blutmasse. Beide Momente sind für das Blut das, was die Frequenz und die Tiefe der Athmungsbewegungen für die atmosphärische Luft bedeuten. Die Beziehungen der quantitativen Verhältnisse der eingeathmeten Luft zu dem Respirationsprocesse haben wir mittelst des directen Experimentes untersucht, und schon oben in ihrer Wirkungsweise mathematisch genau dargestellt. Die dabei erhaltenen Resultate gestatten uns, in Verbindung mit anderen Thatsachen, unsere Schlüsse auch auf das zweite Moment, das nicht wohl der Gegenstand directer Experimente sein kann, auszudehnen, nämlich auf die Beziehungen der quantitativen Verhältnisse des durch die Lungen strömenden Blutes zum Athmungsprocesse.

Die chemische Beschaffenheit der in den Lungen befindlichen Luft ist vom größten Einfluß auf den Respirationsproceß. Zur Lösung dieser Frage können sowohl die über die Respiration in künstlichen Gasarten angestellten Experimente, als sämmtliche von mir über den Einfluß der Athembewegungen auf den chemischen Proceß des Athmens ausgeführten Versuche benutzt werden. Anderer-

seits kommt die chemische Zusammensetzung des Blutes, namentlich der damit im engsten Zusammenhange stehende Gasgehalt desselben in Betrachtung. Zur wenigstens theilweisen Lösung dieser bei weitem schwierigsten Frage der gesammten Respirationslehre können wir einige, wenn auch nur sparsame Thatsachen gegenwärtig als Anhaltspunkte benutzen.

Einen, obschon gegenwärtig noch nicht genauer zu bemessenden Einfluß auf die Gestaltung des respiratorischen Processes übt der Druck, unter welchem die Luft in die Lungen ein- und ausströmt; sowie der Druck, unter dem das Blut in den Lungencapillaren, resp. die in dem Blut enthaltenen Gase fließen.

Gehen wir nun über zur Erörterung der Frage, welche, wie schon bemerkt, die Basis der Darstellung des Athmungsprocesses bildet, nämlich zu den Gesetzen, nach welchen die Gase, insbesondere die Kohlensäure, aus dem Blute in die Lungenzellen ausgeschieden werden. Die Thatsachen, zu welchen ich hinsichtlich des Einflusses der Frequenz der Athemzüge auf die Ausscheidung der Kohlensäure gelangt bin, geben das Material an die Hand zur vollständigen Lösung der Frage, welchen Einfluß der Kohlensäuregehalt der Lungen ausübt auf die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute. Wir haben nämlich bloß, mit Hülfe der Tabelle, Seite 892, den Kohlensäuregehalt einer Exspiration mit der Kohlensäuremenge zu vergleichen, welche bei den Versuchen mit verschieden schnellem Athmen in einer gewissen Zeit abgeschieden wird. Wir erkennen alsdann sogleich, daß in einer und derselben Zeit um so mehr Kohlensäure aus dem Blute ausgeschieden wird, je geringer der Kohlensäuregehalt einer Exspiration ist. Statt des Kohlensäuregehaltes einer Exspiration setzen wir aber lieber den gesammten Kohlensäuregehalt der Lungen, den wir annähernd genau berechnen können[1]). Das Gesetz läßt sich durch folgende Tabelle übersichtlich darstellen:

a Athemzüge in einer Minute	b Kohlensäuregehalt einer Exspiration, in %	c Kohlensäuregas in 0,313 Secunden aus dem Blute ausgeschieden	d Durch eine Exspiration ausgeathmete Kohlensäure	e Gesammter Kohlensäuregehalt der Lungen und der Luftwege in Cubikcentimetern: während der Exspiration	f während der Inspiration
		in Cubikcentimetern			
192	2,6	13	13	80,0	67,0
96	2,7	6,75	13,5	82,4	68,9
48	2,9	3,625	14,5	87,2	72,7
24	3,3	2,0625	16,5	96,8	80,3
12	4,1	1,28125	20,5	116,0	95,5
6	5,7	0,890625	28,5	154,4	125,9

Wenn nun die Kohlensäurequantität, welche bei 192 in einer Minute vollführten Athemzügen in den Lungen enthalten ist, mit P bezeichnet wird, so wird $67{,}0 = P$

und die übrigen Glieder: $68{,}9 = P_1 = P + 1{,}9 \, . \, 1$

$$72{,}7 = P_2 = P_1 + 1{,}9 \, . \, 2^1$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$P_n = P_{n-1} + 1{,}9 \, . \, 2^{n-1}$$

Ist die Kohlensäuremenge, welche bei einer in den Lungen befindlichen

[1]) Das Detail s. in meiner Physiologie des Athmens, S. 185.

Kohlensäurequantität von 67,0 Cubikcentimetern in der Zeit von 313/1000 Secunden aus dem Blute austritt, = Q, so ergiebt sich für die entsprechende Reihe

$$13 = \frac{Q + 0{,}5\,(2^0 - 1)}{2^0} = Q$$

$$6{,}75 = \frac{Q + 0{,}5\,(2^1 - 1)}{2^1} = Q_1$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$\frac{Q + 0{,}5\,(2^n - 1)}{2_n} = Q_n$$

Daraus läßt sich, wie in meiner Physiologie des Athmens näher ausgeführt ist, allgemein die Kohlensäuremenge Q_n berechnen, welche bei irgend einem Kohlensäuregehalte der Lungen P_n aus dem Blute ausgeschieden wird, während die Bedeutung der Ausdrücke Q, P, Q_n und P_n aus Voranstehendem erhellt. Man gelangt dann zu folgender Formel:

$$Q_n = \frac{1{,}9\,Q + 0{,}5\,(P_n - P)}{P_n - P + 1{,}9}$$

Ebenso läßt sich aus irgend einer, aus dem Blute ausgeschiedenen Kohlensäurequantität Q_n die entsprechende in den Lungen enthaltene Kohlensäuremenge P_n finden, mittelst der Formel:

$$P_n = \frac{1{,}9\,(Q - Q_n)\,P\,(Q_n - 0{,}5)}{Q_n - 0{,}5}$$

Die letztere Frage ist jedoch im Vergleiche zur ersteren von sehr untergeordneter Bedeutung.

Demnach geht als oberstes Gesetz hervor, daß die Quantität der beim Athmen aus dem Blute ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem Kohlensäuregehalte der Lungen im umgekehrten Verhältnisse steht. Obige Formeln sind jedoch nur empirischer Natur und noch nicht der genaueste Ausdruck des Naturgesetzes, was bei einer so sehr zusammengesetzten Functionsweise, wie die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute, nicht auffallend sein kann. Innerhalb der Grenzen, in denen sich die normale Respiration bewegt, können sie aber mit größter Sicherheit angewandt werden. Gilt es aber, mittelst der Formel den Punkt zu bestimmen, wo die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute ihr Maximum erreicht, oder = 0 wird, so ist die von mir aufgefundene Functionsweise nicht mehr maßgebend, indem noch andere Ursachen in's Spiel kommen müssen, welche bei der normalen Respiration von keinem, oder nur geringem Einflusse sind. Die eben angeregten Fragen sind aber für die Respirationslehre von so hohem Interesse, daß ich versuchen muß, ob sie auf anderem Wege wenigstens annähernd gelös't werden können.

Ich habe schon oben, bei Erörterung des Einflusses der Frequenz der Athembewegungen auf die Exspiration der Kohlensäure, darauf hingewiesen, daß bei einer, in der Wirklichkeit freilich nicht mehr möglichen Athemfrequenz von 384 Exspirationen in einer Minute 4896 Cubikcentimeter Kohlensäure aus dem Blute ausgeschieden werden müßten, also eine größere Quantität, als die, unseren jetzigen Kenntnissen zufolge, in der nämlichen Zeit durch die Lungencapillaren fließende Kohlensäuremenge beträgt. Der procentige Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft würde in diesem Falle 2,55 betragen. Dieses wäre demnach bei dem gewöhnlichen Gasgehalte des Blutes ungefähr der Punkt, wo die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute das Maximum erreicht. Das andere Extrem, nämlich der Punkt, wo das Austreten der Koh-

lensäure aus dem Blute auf Null herabsinkt, liegt vielleicht etwas näher, als zufolge der allmäligen Abnahme der in Rubrik c der obigen Tabelle enthaltenen Werthe zu vermuthen wäre. Dafür sprechen mehre Thatsachen, namentlich die über die Ausscheidung der Kohlensäure beim gehemmten Athmen von mir gemachten Beobachtungen. Ich fand nämlich, wie schon oben erwähnt wurde, in der Luft, welche nach vorhergegangener normalen Inspiration eine Minute lang in den Lungen verweilte, bloß eine Zunahme von 2,42% Kohlensäure, und nach vorhergegangener möglichst tiefen Inspiration unter derselben Bedingung eine Vermehrung von 3,08%. Zugleich bemerkte ich, daß gegen das Ende der Exspiration die Kohlensäureausscheidung aus den Lungen sehr gering war, ja daß sie fast ganz aufgehört hatte. Demnach müßte, bei einem mittleren Gasgehalte des Blutes, schon bei einem 8% betragenden Kohlensäuregehalte der Lungen die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute sehr gering, fast = 0 sein. Die merkwürdigen, von neueren Forschern leider nicht weiter geprüften Experimente von Legallois rücken jedoch den Punkt, wo die Ausscheidung der Kohlensäure aufhört, weiter hinaus, indem, wie aus der oben mitgetheilten Tabelle von Legallois ersichtlich ist, Hunde in einer Atmosphäre von 17 bis 20% Kohlensäure noch ungefähr die Hälfte der in atmosphärischer Luft ausgeschiedenen Kohlensäuremenge producirten. Derselbe Forscher hat ferner gezeigt, daß in einer sehr kohlensäurereichen (d. h. etwa 30% dieses Gases enthaltenden) Atmosphäre durch den Respirationsproceß eine Absorption von Kohlensäuregas erfolgt, welche jedoch geringer ist, als die in der gleichen Zeit in der atmosphärischen Luft vor sich gehende Ausscheidung der Kohlensäure. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß die Experimente von Legallois, abgesehen davon, daß sie Thiere betreffen, gewisse Verhältnisse darbieten, welche in meinen Versuchen nicht stattfanden, und woraus sich zum Theile die Differenzen zwischen unseren Resultaten erklären lassen. Es sind nämlich die an den Thieren über das Athmen in künstlichen Gasarten angestellten Experimente, so wichtig sie für die Respiration sind, doch noch nicht geeignet, zu einer vollkommen genauen Würdigung der Phänomene des Gaswechsels zwischen den Lungen und dem Blute gebraucht, und namentlich mit den Verhältnissen der Respiration dieser Thiere in atmosphärischer Luft verglichen zu werden; denn die Bedingungen sind in beiden Fällen wesentlich verschieden. Es werden nämlich in irrespirabelen Gasarten zufolge der bedeutenden Athemnoth die Athmungsbewegungen so frequent, und dadurch der Contact des durch die Lungen strömenden Blutes mit den Gasen so vermehrt, daß eine bedeutende Steigerung in der Bildung der gasförmigen Excretionsproducte stattfinden muß. Wenn z. B. Marchand bei Fröschen in Wasserstoffgas eine doppelt so starke Kohlensäureausscheidung bemerkt hat, als in atmosphärischer Luft, so ist das nicht so zu verstehen, daß Wasserstoffgas, in gleicher Quantität wie atmosphärische Luft eingeathmet, mehr Kohlensäure aus dem Blute entweichen läßt; sondern die Vermehrung der Ausscheidung der Kohlensänre ist nur von der gesteigerten Athmungsfrequenz abzuleiten. Ebenso ist aus der in Rede stehenden Beobachtung von Legallois, daß Thiere in einer Atmosphäre von 17 bis 20% Kohlensäure die Hälfte der beim normalen Athmen gebildeten Kohlensäure producirten, nicht abzuleiten, daß die Thiere, wenn sie während jener Experimente Athembewegungen von normaler Tiefe und Frequenz gemacht hätten, dieselben Kohlensäuremengen ausgeschieden hätten. Erst dann können die Experimente über das Athmen in künstlichen Gasarten mit den Resultaten der über die Respiration der atmosphärischen Luft angestellten Versuche verglichen werden, wenn in beiden Fällen gleiche Bedingungen, d. h. vor Allem gleiche Frequenz und

Tiefe der Athemzüge, eingehalten werden. Daß das nur bei Versuchen an Menschen realisirt werden kann, versteht sich von selbst. Gegenwärtig genügt es jedoch, die erörterten Fragen überhaupt aufgeworfen und annähernd gelöſ't zu haben, und zu dem Resultate gekommen zu sein, daß bei einem Kohlensäuregehalte der Lungen von 2,5 bis 2,6% alle, oder fast alle in dem Blute der Lungencapillaren fließende Kohlensäure in die Lungen ausgeschieden wird, während bei einem Kohlensäuregehalte von 4,1% (d. h. der Norm) etwa 6% der vorbeifließenden Kohlensäure aus dem Blute tritt, wogegen bei etwa 8 bis 10% die Ausscheidung fast stille steht, und bei 20 und mehr % sogar Kohlensäure in bedeutender Quantität in den Lungenzellen in das Blut übergeht.

Analoge Verhältnisse bietet das Stickgas dar. Die oben aufgeführten Versuche von Allen und Pepys, sowie diejenigen von Legallois, können einigermaßen zur Entscheidung der Frage verwendet werden, inwiefern die Ausscheidung des in dem Blute enthaltenen Stickgases von dem Stickgasgehalte der in den Lungen befindlichen Luft abhängt. Bei der gewöhnlichen Respiration, also bei einem Stickgasgehalte der Lungen von 79,1 Volumprocenten, erfolgt eine sehr geringe, etwa $^2/_{10}$ bis $^3/_{10}$ % betragende Ausscheidung von Stickgas; wogegen die vorhin erwähnten Forscher bei einem Stickgasgehalte der Lungen von 22,9% eine Zunahme des Stickgasgehaltes der exspirirten Luft von 2,1% erhielten, und in einer stickstofffreien Atmosphäre (beim Athmen in Sauerstoff nämlich) sogar $5^1/_2$ Volumprocente Stickgas fanden. Umgekehrt verschwanden aus einer 89,9 Vol. Stickgas haltenden Inspirationsluft im Mittel aus 2 Experimenten 3,63% Stickgas. Wir sehen demnach die vollkommenste Uebereinstimmung mit den Verhältnissen der Kohlensäure, und eine um so stärkere Ausscheidung von Stickgas aus dem Blute, je geringer der Stickgasgehalt der in den Lungen enthaltenen Luft ist.

Ueber die Verhältnisse des Sauerstoffes sind wir noch am wenigsten aufgeklärt. In dem oben mitgetheilten 17ten Versuche von Allen und Pepys verschwanden aus einer Inspirationsluft von 77,1% Sauerstoffgas 11%, aus reinem Sauerstoffgas dagegen 18% Sauerstoff. Säugethiere absorbiren in reinem Oxyengas doppelt so viel, Frösche $^1/_3$ mal mehr Sauerstoff, als in atmosphärischer Luft. Soviel auch an Allen's Versuchen auszusetzen sein mag, so geht doch daraus hervor, daß bei zunehmendem Oxygengehalte der in den Lungen befindlichen Luft auch größere Quantitäten von Sauerstoff von dem Blute absorbirt werden. Manchen Forschern zufolge tritt eine Ausscheidung von Oxygen aus dem Blute ein, wenn sauerstofffreie Gasarten inspirirt werden; so daß demnach auch die Verhältnisse des Sauerstoffes denen der übrigen Gase analog sind.

Es geht aus dieser Darstellung hervor, daß die über das Athmen in künstlichen Gasarten gemachten Experimente nur annähernd hinreichen zur Lösung der für die Respiration hochwichtigen Frage, unter welchen Bedingungen die Ausscheidung oder Aufnahme der verschiedenen Gase das Minimum und Maximum erreicht. Ich wüßte gegenwärtig in der Respirationslehre in der That keine Frage, deren exacte Erörterung wichtigere Schlüsse über den gesammten Respirationsproceß erlaubte, als die so eben erörterte. Ich hoffe, diesen Gegenstand in der Folge in einer eigenen Experimentenreihe untersuchen zu können.

Nachdem wir die Gesetze des Gasaustausches zwischen den Lungenzellen und dem Blute kennen gelernt haben, stellt sich uns die Frage entgegen, wie der Gaswechsel innerhalb des Athemorganes selbst erfolgt, d. h. auf welche Weise das kohlensaure und Stickgas aus den Lungenzellen in die

größeren Bronchialäste, und von da in die Atmosphäre übertritt, während das Oxygengas eine Bewegung in umgekehrter Richtung erfährt. Es kommen hier zwei Momente in Betrachtung, die sich gegenseitig unterstützen, nämlich die Verschiedenheiten der Gasmischung in den einzelnen Partien des Athmungsapparates und die Athembewegungen.

Auf den Einfluß, welchen die Verschiedenheit der Gasmischung der einzelnen Abschnitte des respiratorischen Apparates auf den Luftwechsel in dem letzteren ausübt, hat zuerst Graham aufmerksam gemacht. Er hat nämlich darauf hingewiesen, daß zufolge des (nach meinen Experimenten 1,2%) stärkeren Kohlensäuregehaltes der Lungenzellen die in den letzteren enthaltene Kohlensäure die Tendenz hat, ihren Ueberschuß den an Kohlensäure ärmeren oberen Partien der Athmungsorgane abzugeben[1]). Doch reicht das Princip der Diffusion der Gase bei der Unterhaltung des Gaswechsels zwischen der Atmosphäre und den Lungen bei weitem nicht aus. Es bieten nämlich die Lungenzellen eine ungeheure Oberfläche dar für den Gasaustausch zwischen dem Blute und den Lungenzellen, während die Mund- und Nasenöffnung nur eine beschränkte Communication der in den Respirationsorganen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermittelt. Deßhalb hat die an Kohlensäure sehr reiche Luft der Lungenzellen sehr bald (schon in ½ bis ¾ Minuten) den größten Theil ihres Ueberschusses an Kohlensäure in die größeren Bronchialäste, die Trachea u. s. w. abgegeben. Die in den Lungenzellen befindliche Kohlensäure kann nur in einem unbedeutenden Verhältnisse durch Mund und Nase in die Atmosphäre entweichen, während das durch die Lungencapillaren strömende Blut unausgesetzt neue Quantitäten von Kohlensäure in die Lungenzellen abgiebt. Diese Ausscheidung von Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen nimmt aber sehr bald ab, ja sie hört fast ganz auf, wodurch bedeutende Störungen im Organismus, vor Allem große Athemnoth entsteht. Der Kohlensäuregehalt in den einzelnen Partien der Lungen zeigt kaum noch Differenzen, wodurch also auch der Uebertritt der Kohlensäure aus den Lungenzellen in die Bronchien, und secundär aus dem Blute in die Lungenzellen gehemmt wird.

Zum Beweise, daß auch ohne die Athmungsbewegungen ein Theil der in den Athemorganen enthaltenen Kohlensäure ausgeschieden werden kann, habe ich folgenden Versuch angestellt. Ich füllte einen Behälter mit 5000 Cubikcentimetern atmosphärischer Luft, und nahm das Mundstück desselben in den Mund, wobei jede Athembewegung sorgfältig vermieden und die Nase geschlossen wurde. Wegen der bald eintretenden Athemnoth mußte ich den Hahn schließen und Luft schöpfen, um von Neuem das Verfahren beginnen zu können. Im Ganzen hatte das Experiment, die Pausen abgerechnet, 2 Minuten gedauert, während welcher Zeit die in meinen Athemorganen enthaltene Luft mit der im Behälter befindlichen Atmosphäre in Contact war. Die Luft des letzteren hielt nach Beendigung des Experimentes 1,04% Kohlensäure, so daß die Gesammtquantität des in den Behälter übergegangenen Kohlensäuregases 25,40 Cubikcentimeter betrug. Bei einer gleichzeitigen Beobachtung über die nor-

---

[1]) In der in Poggendorff's Annal. Bd. 28 enthaltenen ausgezeichneten Arbeit von Graham über die Diffusion der Gase finde ich nur diese Anwendung der Diffusion auf den Respirationsproceß, keineswegs aber eine Uebertragung der Verhältnisse der Diffusion auf die Vorgänge des Gaswechsels zwischen dem Blute und den Lungenzellen, welche von manchen Physiologen ebenfalls Graham zugeschrieben wird. Derselbe müßte höchstens in der Originalarbeit darauf eingegangen sein; in der Uebersetzung ist nichts davon enthalten.

male Respiration zeigte die exspirirte Luft 4,80% Kohlensäure, und ich athmete in 2 Minuten 718 Cubikcentimeter dieses Gases aus, so daß also auch ohne Respirationsbewegungen eine ungefähr 28mal geringere Kohlensäurequantität, bloß vermittelst des Principes der Diffusion der Gase, ausgeschieden wird. Diese Quantität ist freilich so gering, daß wir keinen Unterschied bemerken können in dem Eintreten der Dyspnoe, wenn wir bei Sistirung der Respirationsbewegungen Mund und Nase offen halten, oder dieselben schließen. Innerhalb der Athemorgane selbst ist aber das Princip der Diffusion der Gase natürlich viel wirksamer, da daselbst, besonders in den tieferen Partien, der Contact der Gase viel stärker und vielseitiger ist.

Da der Sauerstoffgehalt der in den tieferen Partien des Athemapparates enthaltenen Luft viel geringer ist, als in den größeren Bronchialästen, der Luftröhre u. s. w., so muß ganz nach demselben Principe, wie bei der Kohlensäure, nur in umgekehrter Richtung, ein Uebergang von Sauerstoff in die Lungenzellen stattfinden. Ich glaube, mit Bestimmtheit annehmen zu können, daß die Ausscheidung des Wassergases von demselben Principe abhängt, und daß die tieferen Luftschichten in den Lungen mehr Wassergas enthalten, als die oberen, so daß die letzteren beständig durch den Act der Diffusion Wassergas aufnehmen.

Es genügt, den Einfluß der Diffusion anf den Gaswechsel innerhalb der Athemorgane im Allgemeinen dargestellt zu haben. Einige Modificationen, die hier noch in's Spiel kommen, z. B. die Temperatur in den verschiedenen Abschnitten der Luftwege und Lungen, namentlich aber der durch die Athembewegungen bedingte Druck, können gegenwärtig in ihrem Verhältnisse zur Diffusion noch nicht genau gewürdigt werden. Während der zwischen der Ein- und Ausathmung liegenden Pause kommt natürlich das letzterwähnte störende Moment nicht in Wirksamkeit; sowie wir auch anzunehmen haben, daß die während der Inspiration erfolgende Strömung der Gase nach abwärts, wodurch das Uebertreten der Kohlensäure aus den Lungenzellen in die größeren Bronchien eine Hemmung, dagegen die Strömung des Sauerstoffgases in umgekehrter Richtung eine Begünstigung erfährt, compensirt wird durch die bei der Exspiration stattfindende Gasströmung nach aufwärts, welche den so eben geschilderten entgegengesetzten Effect bedingt.

Wenn, wie es in der That der Fall ist, die Quantität der aus dem Blute in die Lungenzellen abgeschiedenen Kohlensäure der Kohlensäuremenge, welche in derselben Zeit aus den Lungen ausgeschieden wird, gleich sein muß, so müssen auch, da die Diffusion allein nicht ausreicht zur Ausscheidung der Kohlensäure und Aufnahme des Sauerstoffes, fernere Hülfsmittel zum Gaswechsel in den Lungen gegeben sein. Diese sind eben die A t h m u n g s b e w e g u n g e n. Mittelst jeder Einathmung wird eine gewisse Luftquantität, die im ruhigen Zustande $1/4$ bis $1/5$ der gesammten, in den Lungen befindlichen Luft beträgt, in die Athmungsorgane aufgenommen. Die so eben inspirirte Luft bleibt jedoch fast größtentheils in den oberen Partien der Athemorgane. Bloß eine gewisse Quantität Oxygengas, im Durchschnitt 4 bis 5%, strömt vermöge des Gesetzes der Diffusion in die tieferen Verzweigungen der Lungen, während die letzteren Kohlensäure und Wassergas abgeben. Durch die nächstfolgende Exspiration werden deßhalb von den, während der vorhergegangenen Inspiration aufgenommenen 20 Theilen Sauerstoff ungefähr 15 wieder ausgestoßen, wozu sich 4 bis 5 Theile Kohlensäure gesellen. Sämmtliches inspirirtes Stickgas wird durch die nachfolgende Ausathmung ausgetrieben, wozu sich noch, da durch jede Exspiration eine Ausscheidung eines Minimums von Stickgas erfolgt, eine geringe, kaum meßbare, von den tieferen Partien der Athmungsor-

gane herrührende Stickgasquantität gesellt. Die Vorstellung, daß die gesammte eingeathmete Luft bis in die Lungenzellen dringe, ist als ungeeignet zurückzuweisen. Wir sehen demnach, daß das Sauerstoff-, kohlensaure und Wassergas viel schneller in den Lungen gewechselt wird, als das Stickgas. Ein in den Lungenzellen befindliches Molekül von Stickgas braucht, eben wegen der höchst geringen Stickgasdifferenzen in den verschiedenen Abschnitten der Lungen, viel mehr Zeit, als ein Kohlensäuremolekül, um in die Trachea zu gelangen.

Nachdem wir den Antheil untersucht haben, der den in den Lungen enthaltenen Gasen bei dem Gaswechsel zwischen den Lungen und dem Blute zukommt, bleibt noch der zweite Theil unserer Frage übrig, nämlich der Einfluß, den das Blut auf den Gaswechsel zwischen den Lungen und dem Blute ausübt. Directe Untersuchungen über diesen Gegenstand sind mit den größten Schwierigkeiten verknüpft; man hätte nämlich die Aufgabe, die in einer gewissen Zeit aufgenommene Sauerstoff- und exspirirte Kohlensäurequantität mit dem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalte des Blutes zu vergleichen. Ich glaube indessen, in meiner Physiologie des Athmens, S. 197 u. f. w., die hier sich bietenden Fragen, gestützt auf die Experimente über den Einfluß des Kohlensäuregehaltes der Lungen auf die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute, genügend und in einer Weise gelöſ't zu haben, welche mit unseren übrigen Erfahrungen über die Respiration in Einklang steht.

Aus der bekannten Thatsache, daß der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft, selbst im Zustande der ruhigen Respiration, bedeutend und zwar nach meinen Versuchen nahe um das Doppelte, variiren kann, mußte ich nothwendig den Schluß ziehen, daß diese Erscheinung nur von einem variabeln Kohlensäuregehalte des Blutes selbst abgeleitet werden kann. Es waren nämlich in meinen Beobachtungen über das Athmen nicht selten alle übrigen Bedingungen, z. B. Frequenz und Tiefe der Athmungsbewegungen, Pulsfrequenz, sowie auch die äußeren Umstände völlig gleich, und dennoch die exspirirten Kohlensäurequantitäten sehr bedeutend verschieden. Es fragt sich nun, ob bei zunehmendem Kohlensäuregehalte des Blutes die Ausscheidung dieses Gases in die Lungenzellen in einem, der Vermehrung des Kohlensäuregehaltes des Blutes entsprechenden Verhältnisse erfolgt. Ich vermuthe dieses aus folgendem Grunde. Wie groß nämlich auch der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft sein mag, so findet man immer in der letzten Portion einer angestrengten Exspiration, also in den tieferen Luftschichten der Lungen, einen bedeutenderen Kohlensäuregehalt. Dadurch erfolgt unter allen Umständen der Uebergang der Kohlensäure aus den Lungenzellen in die größeren Bronchien völlig frei und ohne Hindernisse, so daß also auch secundär der Uebergang der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen keine Hemmung erfährt. Es ist somit im höchsten Grade wahrscheinlich, daß die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen doppelt so stark erfolgt, wenn der Kohlensäuregehalt des Blutes eine Zunahme um das Doppelte erfahren hat.

Mit der Kenntniß dieser Thatsache ist auch der Einfluß der Pulsfrequenz auf die Ausscheidung der Kohlensäure entschieden. Die Vermehrung der Pulsschläge bewirkt denselben Effect hinsichtlich der Ausscheidung der Kohlensäure, den eine Vermehrung der Athemzüge zur Folge hat; in beiden Fällen ist nämlich der Contact des Blutes mit der Luft vergrößert. Mit zunehmender Zahl der Pulsschläge wächst die in einer bestimmten Zeit durch

die Lungencapillaren strömende Blutmenge, und zwar in einem der Pulsfrequenz proportionalen Verhältnisse. Wir haben deßhalb, wenn eine Beschleunigung des Pulses erfolgt, hinsichtlich der Kohlensäureausscheidung aus dem Blute denselben Effect, als wenn das vorbeiströmende Blut eine Zunahme seines Kohlensäuregehaltes erfahren würde, welche Zunahme gerade so viel betragen müßte, als die in Folge der Vermehrung der Pulsfrequenz durch die Lungencapillaren fließende Blutmenge Kohlensäure enthält. Höchstens kann man einwenden, daß die Zeit, welche das Blut braucht zum Durchströmen der Lungencapillaren, noch von Einfluß ist, ein Gegenstand, den ich allerdings nicht bestimmen kann. Ich glaube übrigens, von der Wahrheit mich nur sehr wenig zu entfernen, wenn ich behaupte, daß, unter übrigens gleichen Verhältnissen, die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in einer der Pulsfrequenz vollkommen entsprechenden Weise regulirt ist. Dasselbe scheint auch mit den, ohne Zweifel gewisse Varietäten zeigenden Quantitäten, in welchen das Blut mittelst einer Kammersystole in die Lungenarterie ausgetrieben wird, der Fall zu sein.

Ich habe es für unnöthig erachtet, bei der Erörterung des Einflusses des Blutes auf den Gaswechsel zwischen den Lungen und dem Blute auch auf die übrigen Gase einzugehen, da uns hier dieselben Gesetzmäßigkeiten begegnen, wie bei der Kohlensäure.

Die erfolgreichen Bemühungen vieler ausgezeichneten Forscher, die Gase des Blutes darzustellen, haben den theoretischen Ansichten über den Respirationsproceß seit einigen Jahren eine ganz andere, und wie man zuversichtlich behaupten kann, der Natur gemäße Wendung gegeben. Es sind hier namentlich die Untersuchungen von Magnus von Einfluß gewesen. Derselbe hat nämlich gezeigt (s. d. Artikel: Blut), daß Sauerstoff- und Stickgas, namentlich aber kohlensaures Gas, sich in beträchtlichen Quantitäten aus dem Blute austreiben lassen, und es war zu vermuthen, daß durch die dabei angewandten Methoden (Durchleitung von Wasserstoffgas durch das Blut oder Einwirkung des Vacuums auf das letztere) bei weitem nicht alles in dem Blute befindliche Gas ausgetrieben wurde. Magendie hat, einer Mittheilung von Gay-Lussac zufolge, in 100 Grm. Venenblut 0,078 Grm. Kohlensäure, und in einer gleichen Menge Arterienblut 0,066 Grm. dieser Säure gefunden. Während in den Experimenten der genannten Forscher der Kohlensäuregehalt des Blutes sich als sehr bedeutend herausstellte, gelang es nur unvollkommen, die in dem Blute enthaltenenen Quantitäten von Stickgas und Sauerstoffgas darzustellen. Magnus hat aber so eben auch diese Frage der Lösung viel näher gebracht und in einer Reihe von Versuchen aus dem Blute verschiedener Säugethiere durch anhaltendes Schütteln desselben mit Kohlensäuregas nie weniger als 10, und nie mehr als 12½ Volumprocente Sauerstoffgas, sowie 1,7 bis 3,3 Volumprocente Stickgas (reducirt auf 0° Temperatur und den mittleren Barometerstand) dargestellt. Diesen Experimenten fügte Magnus ferner noch interessante Controlversuche bei, in denen er das Blut anfangs mit immer neuen Quantitäten von Kohlensäure schüttelte, um das absorbirte Sauerstoff- und Stickgas möglichst zu entfernen, worauf er das Blut wieder in Contact mit atmosphärischer Luft brachte, und die Sauerstoffquantitäten bestimmte, welche das Blut alsdann aufgenommen hatte, welche 10 bis 16 Volumprocente des letzteren betrugen.

Die bedeutenden Gasquantitäten, welche man durch mechanische Mittel aus dem Blute ausgetrieben hat, sprechen unwiderleglich dafür, daß Gase im

Blute einfach absorbirt, oder doch, wenn auch die Art ihrer Auflösung einige Differenzen zeigt von der gewöhnlichen Absorption der Gase durch Flüssigkeiten, nicht oder nur zum geringeren Theile in chemischer Verbindung mit Bestandtheilen des Blutes in dem letzteren enthalten sind. Die Leichtigkeit, mit welcher namentlich die Kohlensäure aus dem Blute austritt, weis't darauf hin, daß dieselbe nur aufgelös't in dem Blute enthalten ist. Das etwaige Vorkommen kohlensaurer Salze im Blute spricht durchaus nicht gegen die Existenz des im Blute einfach gelös'ten kohlensauren Gases. Die Thatsache, daß die aus dem Blute in die Lungenzellen austretende Kohlensäurequantität von dem Kohlensäuregehalte der Lungenzellen abhängt, ist eine weitere, sichere Stütze für die rein physikalische Auffassung der Verhältnisse der Kohlensäure beim Athmen; es wird dadurch bewiesen, daß die in dem Blute enthaltene Kohlensäure in ihrer Tendenz, aus demselben zu entweichen, beschränkt wird, wenn das Blut unter dem Drucke einer kohlensäurehaltigen Gasmischung steht. Endlich sprechen für die physikalische Theorie die über das Athmen in künstlichen Gasarten gemachten Erfahrungen, als deren allgemeinstes Resultat sich ergeben hat, daß auch alsdann noch ein Gasaustausch zwischen den Lungen und dem Blute stattfindet.

Etwas anders sind aber die Verhältnisse des Oxygens bei der Respiration aufzufassen. Der Sauerstoff ist nämlich nicht ausschließlich, wie die Kohlensäure und das Stickgas, im Blute bloß aufgelös't vorhanden, sondern ein Theil desselben muß nothwendig als mit den oxydabelen Stoffen des Blutes chemisch verbunden angesehen werden. Diese Ansicht, zu welcher ich mich in meiner Physiologie des Athmens bereits bekannt habe, kann ich auch nach den seitdem von Magnus über das Sauerstoffabsorptionsvermögen des Blutes bekannt gemachten Erfahrungen nicht zurücknehmen. Daß ein Theil des inspirirten Sauerstoffes einfach im Blute gelös't ist, beweis't die Thatsache, daß Magnus Sauerstoff in bedeutender Quantität aus dem Blute austreiben konnte, und daß zufolge einiger über das Athmen in oxygenfreien Gasarten gemachten Versuche, bei denen allerdings eine Bestätigung durch erneuerte genaue Untersuchungen sehr wünschenswerth ist, Sauerstoffgas aus dem Blute in die Lungen ausgeschieden wird. Dafür, daß ein anderer Theil des bei der Respiration verschwindenden Oxygens sogleich im Blute chemische Verbindungen eingeht, spricht die Thatsache, daß das arterielle und venöse Blut allerdings chemische Differenzen zeigt, welche auf eine Oxydation gewisser Bestandtheile des Blutes schließen lassen. Das Blut, das aus so vielen leicht umsetzbaren Stoffen besteht, müßte eine eigenthümliche Ausnahme machen von der Eigenschaft so vieler organischer Körper, wenn es nicht beim Contacte mit Sauerstoff sich mit einem Theile des letzteren chemisch verbinden und die Producte bilden würde, welche unter diesen Verhältnissen immer entstehen, nämlich Kohlensäure und Wasser. Die großen Verschiedenheiten, welche das Blut hinsichtlich seines Absorptionsvermögens für Sauerstoff- und Kohlensäuregas zeigt, indem es nämlich von dem letzteren eine 8 bis 10mal größere Quantität verschluckt, als von dem Sauerstoffgas, machen die Annahme einer theilweisen chemischen Verbindung des in das Blut aufgenommenen Oxygengases ebenfalls sehr plausibel. Es unterliegt z. B. keinem Zweifel, daß eine — freilich nicht näher — gekannte Quantität des von dem Blute absorbirten Sauerstoffes sogleich sich mit dem Faserstoff verbindet, daß sich, wie Mulder gezeigt hat, Oxyde der im Blute enthaltenen Proteinsubstanzen, vielleicht aus dem Eiweiß, ganz bestimmt aber aus dem Bestandtheil des Blutes bilden, der bei der Gerinnung sich

als Fibrine ausscheidet. Die Differenzen in dem Faserstoffgehalte des venösen und arteriellen Blutes sprechen dafür. Mulder's Ansicht, daß der Faserstoff der hauptsächlichste Träger des Sauerstoffes im Blute sei, ist jedoch nicht richtig, da aus defibrinirtem Blute bedeutende Sauerstoffquantitäten ausgeschieden worden sind, und da erwiesen ist, daß das defibrinirte Blut Sauerstoffgas begierig absorbirt. Auch sprechen pathologische Thatsachen gegen die Ansicht Mulder's. Bei Chlorotischen nämlich ist der Faserstoffgehalt des Blutes nicht vermindert, und doch ist das Nahrungsbedürfniß derselben sehr gemindert, so daß also auch auf ein bedeutendes Gesunkensein der Sauerstoffabsorption geschlossen werden muß. Dagegen hat bei Chlorotischen die Zahl der Blutkügelchen außerordentlich abgenommen, worin wir einen weiteren Beweis für die wichtigen Beziehungen derselben zu den Gasen des Blutes erblicken können.

Die sehr große Oberfläche, welche das Blut und die Luft in den Lungenzellen sich darbieten, begünstigt in hohem Grade den gegenseitigen Gasaustausch. Die Scheidewände (Wandung der Lungenzelle und des Capillargefäßes) sind sehr dünn, so daß der Gaswechsel kein Hinderniß erfährt. Flüssigkeiten, welche in die Lungen injicirt werden, werden ungemein schnell in die Blutmasse aufgenommen, und in der Schnelligkeit der Resorption übertreffen die Lungen jedes andere Organ. Gase stehen bei der Diffusion unter viel günstigeren Bedingungen, als tropfbare Flüssigkeiten. Von der großen Leichtigkeit, mit welcher der Gasaustausch zwischen der Luft in den Lungenzellen und dem Blute stattfindet, überzeugen ferner meine Versuche über die Kohlensäureausscheidung bei sehr gesteigerter Respirationsfrequenz, indem man alsdann ganz leicht eine die Norm um das 8 bis 10fache übertreffende Quantität von Kohlensäure aus dem Blute ausscheiden kann.

Die hauptsächlichsten Träger der Gase im Blute sind die Blutkörperchen, wie namentlich seit Hewson bekannt ist, und was besonders auch durch die Thatsache bewiesen wird, daß die Gase von geschlagenem Blute (Serum und Blutkörperchen) viel begieriger absorbirt werden, als von Serum allein. Uebrigens hindert das letztere die Gasabsorption durchaus nicht; schon Priestley beobachtete, daß Stücke geronnenen Blutes, die unter Serum lagen und mit der Atmosphäre nicht in Berührung standen, sich lebhaft roth färbten. Die sehr dünne Schicht von Blutflüssigkeit, welche die Blutkörperchen von der Wandung der Lungencapillaren trennt, ist natürlich noch viel weniger geeignet, ein Hinderniß für den Gaswechsel abzugeben.

Betrachten wir nochmals die Erscheinungen des Gaswechsels zwischen der in den Lungenzellen befindlichen Luft und dem Blute, so sehen wir, daß das in dem Blute befindliche kohlensaure Gas in die Lungenzellen entweicht, so lange die in den letzteren enthaltene Kohlensäure dem Drucke, unter dem die Kohlensäure im Blute steht, nicht das Gleichgewicht hält, und daß selbst, beim Einathmen einer an Kohlensäure sehr reichen Luft, wenn der Druck der Kohlensäureatmosphäre in den Lungen den Druck, unter dem dieses Gas in dem Blute fließt, überwiegt, Kohlensäure in das Blut übergehen kann. Die im Verhältniß zur Kohlensäure außerordentlich geringe Löslichkeit des Stickgases in dem Blute ist die Ursache, warum dasselbe bei der Respiration eine viel weniger wichtige Rolle übernimmt, als die Kohlensäure. Die Aufnahme des Sauerstoffgases in das Blut ist ebenfalls von dem Drucke abhängig, welchem das im Blute gelös'te Oxygengas im Verhältniß zu dem in den Lungen befindlichen Oxygen ausgesetzt ist. Das Blut hat aber ein viel geringeres Absorptionsvermögen für Sauerstoffgas, als für kohlensaures Gas, und es

mußte schon aus diesem Grunde die Aufnahme des Oxygens in das Blut durch weitere Mittel unterstützt werden, d. h. es mußten gewisse Bestandtheile des Blutes zum Sauerstoff chemische Verwandtschaft erhalten, wenn beide Gase in annähernd gleichen Mengenverhältnissen bei dem Gaswechsel sich betheiligen sollten.

Bei dieser chemisch-physikalischen Auffassungsweise der Sauerstoffabsorption des Blutes muß ich aber noch die Frage beantworten, wie es komme, daß die oxydabelen Bestandtheile des Blutes nur in dem bei der Respiration wirklich stattfindenden Verhältnisse, und nicht in viel größerem Maße Sauerstoff aufnehmen, so daß ein großer Theil des in das Blut aufgenommenen Sauerstoffes in demselben bloß einfach absorbirt ist. In der That haben ausgezeichnete Chemiker die Annahme von in dem Blute gelös'tem, nicht chemisch gebundenem Sauerstoff mit der Existenz oxydabeler Stoffe im Blute für unverträglich gehalten. Wenn die organischen Stoffe oxydirt werden, so wird außer dem Verschwinden von Sauerstoff sehr häufig eine Bildung von Kohlensäure bemerkt. Diese Thatsache hat Scherer in Bezug auf den Faserstoff, und in neuester Zeit auch hinsichtlich des Blutfarbestoffes bestätigt. Wenn demnach ein Theil des in das Blut aufgenommenen Sauerstoffes sich mit den oxydirbaren Bestandtheilen des Blutes verbindet, so müssen diese eine gewisse Menge Kohlensäure bilden und abgeben, welche, sammt der schon vorher im venösen Blut enthaltenen Kohlensäure sodann aus dem Blute in die Lungen zu entweichen sucht. Diese Ausscheidung der Kohlensäure in die Lungenzellen hängt aber, wie wir wissen, namentlich von dem Kohlensäuregehalt der Lungenzellen ab. Wir begreifen daraus, daß die Sauerstoffabsorption von Seiten der oxydabelen Stoffe des Blutes mittelbar von den Quantitätsverhältnissen abhängt, in welchen die Kohlensäure aus dem Blute in die Lungen abgeschieden werden kann. Wenn also die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungen nicht in jedem beliebigen Verhältnisse stattfinden kann, so ist auch die Sauerstoffaufnahme, die Oxydation gewisser Bestandtheile des Blutes in bestimmte Grenzen eingeschlossen, obschon in dem Blute freies Sauerstoffgas vorhanden ist, das sich unter anderen Umständen der oxydabelen Stoffe bemächtigen könnte.

Ich glaube, die Mechanik des Gaswechsels, dieses Grundphänomens der Respiration, in den bisherigen Erörterungen bis in das Detail dargestellt zu haben, wobei ich erst am Ende der gesammten Darstellung zu einer Hypothese meine Zuflucht nehmen mußte, wenn anders die Annahme eine hypothetische genannt zu werden verdient, daß die organischen Oxydationsprocesse im Blute, und die damit verbundene Bildung von Kohlensäure in ihrem Fortschreiten gehemmt sind, wenn die oxydirbaren Substanzen unter dem Drucke einer Kohlensäureatmosphäre stehen, welche einer weiteren Bildung von Kohlensäure das Gleichgewicht hält.

Nach der vorgetragenen Ansicht ist demnach ein Theil der in dem Blute enthaltenen Kohlensäure das Product der Oxydation gewisser Bestandtheile des Blutes. Diese Annahme hat gar nichts Befremdendes; sie wird um so mehr gerechtfertigt, als zwischen flüssigen und festen organischen Gebilden im Wesentlichen keine Differenzen bestehen. Wir sind gegenwärtig aber nicht im Stande, anzugeben, wie viel von dem inspirirten Sauerstoffe einfach im Blute gelös't bleibt und wie viel sich mit den oxydabelen Bestandtheilen des Blutes verbindet [1]).

---

[1]) Es läßt sich vielleicht durch die Annahme, daß ein Theil des aus den Lungen

Meinen Versuchen zufolge hängt die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute bloß von den Verhältnissen dieses Gases, d. h. dem Kohlensäuregehalt des Blutes und der Lungenzellen u. s. w. ab, nicht aber von den übrigen Gasen. Dasselbe ist auch mit den letzteren der Fall. Der Sauerstoffgehalt der in den Lungen befindlichen Luft ist es nicht, der die Kohlensäure in dem Blute bestimmt, aus demselben auszutreten, sondern es ist nur der Druck der Kohlensäureatmosphäre in den Lungen. Man darf demnach nicht sagen, der Sauerstoff verdränge bei der Respiration die Kohlensäure aus dem Blute, obschon diese Ausdrucksweise auch unter den Physikern häufig in Gebrauch ist zur Erklärung der Gasabsorptionserscheinungen der Flüssigkeiten. Ein Gas ist für das andere, falls keine chemischen Affinitäten mit in's Spiel kommen, wie man seit Dalton weiß, in der That als nicht existirend zu betrachten, und es ist in Bezug auf das Austreten eines Gases a aus einer Flüssigkeit völlig gleichgültig, ob die letztere mit den Gasen b, c u. s. w. oder mit einem luftleeren Raume in Contact steht. Es sind dabei einzig und allein die Verhältnisse des Gases a selbst maßgebend, d. h. der Druck, den die Atmosphäre dieses Gases auf das in der Flüssigkeit absorbirte Gas von derselben Art ausübt.

Valentin hat, gestützt auf eine Reihe vortrefflicher und in hohem Grade genauer Untersuchungen, die er in Gemeinschaft mit Brunner angestellt hat, darauf aufmerksam gemacht, daß der Sauerstoff und die Kohlensäure beim Athmen in einem Verhältnisse sich gegenseitig austauschen, welches bei der Diffusion der Gase unter gewissen Umständen bemerkt wird. Es ist nämlich durch Graham gezeigt worden, daß zwei Gase, die keine chemische Wirkung auf einander ausüben und durch eine poröse Scheidewand getrennt sind, durch die Poren der Scheidewand sich gegenseitig in der Art austauschen, daß Volume von jedem durch die Wand treten, welche sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzel aus dem specifischen Gewicht der beiden Gase, wenn anders der Druck der Gase auf beiden Seiten der Scheidewand beständig gleich groß erhalten wird. Die Bedingungen des Gaswechsels bei der Respiration sind aber ganz anders, als die vorausgesetzten, da auf der einen Seite des Septum Gase, auf der andern eine Flüssigkeit, in welcher Gase gelös't sind, sich befinden, und da ferner der Druck, unter dem die Gase im Blute der Lungencapillaren stehen, etwas stärker ist, als der Druck, dem die Luft in den Lungenzellen ausgesetzt ist. Wenn nun, wie die Beobachtungen von Valentin und Brunner zeigen, bei der normalen Respiration des Menschen der Sauerstoff und die Kohlensäure in einem Verhältniß sich austauschen, daß für 100 Theile ausgeschiedener Kohlensäure 117 Theile Sauerstoffgas absorbirt werden, so ist diese Thatsache in der Art zu interpretiren, daß eine Gleichheit der bei der Respiration und der in dem erwähnten Diffusionsexperimente wirksamen Kräfte nicht statuirt

---

in das Blut übergegangenen Sauerstoffes zur Oxydation von Bestandtheilen des Blutes verwandt wird, wodurch wieder eine gewisse Menge Kohlensäure gebildet wird, das von Magnus constant aufgefundene Resultat erklären, daß das arterielle Blut mehr Kohlensäure als das venöse enthält, eine Behauptung, die allerdings parador erscheint, sowie denn auch Magnus hier einen Versuchsfehler annimmt. Es verträgt sich aber mit der Bestimmung der Respiration, die Kohlensäure aus dem Blute auszuscheiden, recht wohl eine durch die Aufnahme von Sauerstoff bedingte Bildung von Kohlensäure. Aus diesem Grunde habe ich auch oben darauf aufmerksam gemacht, daß wir nicht streng annehmen dürfen, daß durch die Quantität der ausgeschiedenen Kohlensäure zugleich ganz genau die Differenz des Kohlensäuregehaltes des in derselben Zeit durch die Lungen strömenden arteriellen und venösen Blutes gegeben sei.

werden kann, ein Schluß, zu dem Valentin übrigens nicht gelangt ist, da er sehr treffend die Differenzen erläutert, welche zwischen dem Gasaustausche bei der Respiration und dem Graham'schen Diffusionsexperimente stattfinden. Sind demnach die Bedingungen in beiden Fällen wesentlich verschieden, so ist auch die von Brunner und Valentin aufgefundene Thatsache in Bezug zum Diffusionsgesetze eine rein zufällige. Dazu kommt noch, daß aus Dulong's, Despretz's und Marchand's, oben bei verschiedenen Gelegenheiten angeführten, Versuchen in der That hervorgeht, daß das Verhältniß zwischen der Sauerstoffabsorption und der Kohlensäureausscheidung sehr bedeutende Variationen zeigt.

Nachdem das Blut durch den Respirationsproceß die oben erwähnten Veränderungen erlitten hat, geht es über in die Lungenvenen und in das Arteriensystem, und von da in die Capillaren der Körperorgane. Hier erleidet es wieder gewisse Umwandlungen in Folge des Contactes mit dem Parenchyme der Organe. Das Blut ist von dem letzteren nur durch die ungemein dünne und leicht permeable Capillargefäßwandung geschieden; somit ist der Act der Diffusion und Exosmose auch hier leicht möglich gemacht. Wir haben hier nur die Vorgänge zu betrachten, welche zwischen den in dem Blute gelös'ten und den in dem Parenchyme der Organe enthaltenen Gasen vor sich gehen. Die Respirationslehre kann sich nämlich gegenwärtig nicht mehr auf die Untersuchung des in den Lungen stattfindenden Gaswechsels beschränken, sondern sie muß, wenn sie anders ihre Aufgabe völlig erfüllen will, die Frage nach der Entstehung der durch den Respirationsproceß ausgeschiedenen gasförmigen Excretionsproducte beantworten. Dadurch wird die Erörterung von selbst auf die Vorgänge des Gaswechsels in den Capillaren sämmtlicher Organe des Körpers geführt.

Es ist schon von älteren Forschern, wie Mayow, Boyle, besonders aber von Muschenbroek gezeigt worden, daß in sämmtlichen Organen Gase enthalten sind; Spallanzani wies dieses ebenfalls als eine ganz allgemeine Eigenschaft organischer Körper nach. Wir haben uns deßhalb das Gewebe aller Organe des Körpers als von Gasen imprägnirt vorzustellen, und — obschon es durch speciellere Untersuchungen noch nicht, oder nur unvollständig dargethan ist — anzunehmen, daß in denselben die im Blute enthaltenen Gasarten ebenfalls vorkommen. Mit den Lebensactionen jedes organischen Moleküls ist die Bildung von Kohlensäure und die Aufnahme von Sauerstoff verbunden. Die durch diesen Proceß aus der Substanz der Organe entstandene Kohlensäure tritt nun an das in den Capillaren strömende Arterienblut über, während aus letzterem eine gewisse Portion Oxygen in das Parenchym der Organe übergeht. Ebenso wird aus der Substanz der Organe eine gewisse Quantität Stickgas frei, die in das Blut übergeht [1]).

[1]) Der Umstand, daß das Blut mit Stickgas geschüttelt, wirklich von demselben eine gewisse Menge absorbirt, weis't schon darauf hin, daß das Stickgas bei der Respiration eine Rolle spielt, was durch das experimentell nachgewiesene Factum, daß Stickgas in dem Blute wirklich absorbirt ist, noch mehr bekräftigt wird. Dieses sind Thatsachen, welche die Behauptung von Marchand als nicht zulässig erscheinen lassen, daß das Stickgas in Form von Ammoniak ausgeschieden werde. So gering auch, im Verhältniß zu dem Sauerstoff und der Kohlensäure, die Veränderung des Stickgasgehaltes der Exspirationsluft ist, so müßte doch, wenn das durch die Respiration ausgeschiedene Stickgas ausschließlich in Form von Ammoniak austreten würde, viel größere Quantitäten des letzteren dargestellt werden können, als es Marchand, der nur Minima davon erhielt, gelungen ist. Möglicher Weise sind zum Theil auch organische Beimischungen Ursache des Ammoniakgehaltes der exspirirten Luft.

Unserer Anschauungsweise zufolge ist demnach die hauptsächlichste Bildungsquelle der Kohlensäure und des Stickgases in der Substanz der Organe zu suchen, während eine, verhältnißmäßig nur geringe Kohlensäurequantität in den Lungencapillaren in Folge der daselbst stattfindenden Oxydationsprocesse entsteht. Wir haben deßhalb außer dem in den Lungen stattfindenden Gasaustausch, den wir atmosphärische Diffussion nennen können, noch den zwischen dem Blute und den Körpertheilen vor sich gehenden zu unterscheiden, den wir als parenchymatöse Diffusion bezeichnen. Wenn das Wesentliche der Respiration in der Aufnahme und Bildung gasförmiger Stoffe von Seiten der organischen Moleküle besteht, so müssen wir sagen, daß alle Organe athmen. Die Diffusion der Gase geht bei der Respiration im weitesten Sinne unter verschiedenen Bedingungen vor sich; bei der parenchymatösen Diffusion sind die Gase in festen Gebilden einerseits, und andererseits in einer Flüssigkeit enthalten, während bei der atmosphärischen Diffusion zu beiden Seiten der permeabeln Scheidewand einerseits eine Flüssigkeit und auf der andern Seite eine Gasmischung sich befindet.

Ich habe demnach die Entstehung der Kohlensäure in der Substanz der Organe, ihr Austreten in das Blut, ihre Ausscheidung aus dem Blute der Lungencapillaren in die Lungenzellen, und von da ihre endliche Austreibung aus dem Bereiche des Organismus, zugleich mit den Verhältnissen des in umgekehrter Richtung strömenden Oxygengases dargestellt. Ich war im Stande, den Gaswechsel zwischen den Lungen und dem Blute, gestützt auf das Experiment, auf ein einfaches mechanisches, mathematisch genau eruirtes Gesetz zurückzuführen, und dieselbe Anschauung auch bei der weiteren Verfolgung des Gegenstandes, d. h. bei der Untersuchung der Vorgänge der Diffusion zwischen dem Blute und dem Parenchyme der Organe geltend machen zn können. Es ist somit von der Entstehung der Kohlensäure bis zu ihrer endlichen Ausscheidung eine ununterbrochene Kette von Ursache und Wirkung nachgewiesen, in welcher uns kein einziges Glied fehlt, und es erscheint die Mannichfaltigkeit der Vorgänge bei der Respiration abhängig von einem einzigen obersten, höchst einfachen Gesetze: nämlich von der Verschiedenheit des Gasgehaltes, oder den Gleichgewichtszuständen der in dem Parenchyme der Organe, dem Blute, den Lungen und der umgebenden Atmosphäre enthaltenen Gase.

Die zu starke Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungen wird durch den Kohlensäuregehalt der Lungen verhütet; dasselbe ist der Fall hinsichtlich der excessiven Bildung der Kohlensäure in dem Parenchyme der Organe, welche dadurch unmöglich gemacht wird, daß das Blut in den Capillaren derselben gehörige Kohlensäurequantitäten enthält, die ein übermäßiges Austreten von Kohlensäure aus dem Parenchyme in das Blut unmöglich machen. An jedem Punkte kann die Bildung oder Ausscheidung der Kohlensäure gehemmt werden; findet dieses Statt, indem die Athmungsbewegungen sistirt werden, so macht sich die Rückwirkung sogleich bemerkbar auf den Kohlensäuregehalt der in den Lungenzellen enthaltenen Luft, die Gase des Blutes und des Parenchymes der Organe. Wie in dem letzteren Anhäufungen fester Excretionsproducte vorkommen können, so kann daselbst auch eine Anhäufung der gasförmigen Stoffe stattfinden, und zwar in so bedeutendem Grade, daß sich förmliche Luftgeschwülste (Emphyseme) bilden. Bei dem sehr energischen Gaswechsel im Körper ist es leicht einzusehen, daß diese Emphyseme sich sehr schnell bilden, und ebenso rasch wieder verschwinden. Einige ältere Beobachter wollen sogar im Blute Gase, so daß sie sich in Blasen daraus entwickelten, wahrge-

nommen haben. Obschon dieses von Neueren nicht weiter bestätigt worden ist, und auch die Erfahrungen über die Lethalität der einigermaßen bedeutenden Luftinjection in die Venen mit der Möglichkeit der spontanen Gasbildung [1]) nicht recht harmonirt, so sprechen doch andererseits wieder die Experimente von Magnus und Anderer, sowie die Analogie mit dem Verhalten der festen Theile, für die Möglichkeit der in Rede stehenden Thatsache.

Bei den oben gemachten Voraussetzungen über den Gasgehalt des Blutes müssen wir annehmen, daß sämmtliche in dem Blute enthaltene Kohlensäure in etwa 16 Minuten durch den Respirationsproceß im ruhigen Zustande abgeschieden wird. Diese Ausscheidung kann aber durch schnelles Respiriren so beschleunigt werden, daß schon in etwa 2 Minuten der gesammte Kohlensäuregehalt des Blutes erschöpft wird. Die Quelle der Kohlensäure hört jedoch nicht auf; beständig werden im Parenchyme der Organe neue Quantitäten derselben entwickelt. Die Kohlensäurebildung nimmt selbst nicht, oder nur unbedeutend ab, wenn die Respiration längere Zeit hindurch sehr beschleunigt wird. So machte ich 52 Minuten lang 4000 bis 5000 Exspirationen, und in einem zweiten Experimente vollführte ich 70 Minuten hindurch 3800 genau gezählte Athemzüge, so daß in dem ersten Falle einige 80, in dem zweiten 54 Athemzüge auf 1 Minute kommen, und dennoch war trotz der Beschwerlichkeit dieser Experimente und nach der mittlerweile stattgefundenen enorm gesteigerten Kohlensäureproduction, der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft, als ich wieder anfing ruhig zu athmen, nur um einige Zehntelprocente gesunken, was vielleicht auch eingetroffen wäre, wenn auch das angestrengte Athmen nicht vorausgegangen wäre.

Jede Erhöhung der Lebensthätigkeit ist mit einem gesteigerten Stoffwechsel, also auch mit einer stärkeren Aufnahme und Ausscheidung von Gasen verbunden. Die bedeutende Steigerung der Energie der Respiration während der Verdauung wird bewirkt durch den stärkeren Gehalt des Blutes an Fibrine und Blutkörperchen; das auffallende Sinken der Kohlensäure nach dem Genusse spirituöser Getränke ist zum Theil wenigstens abhängig von der Abnahme des Faserstoffgehaltes des Blutes. Die bedeutende Depression der Kohlensäure beim Hungern ist eine Folge der starken Abnahme der Blutkörperchen und des Faserstoffes. Liebig hat den stickstofflosen Nahrungsmitteln eine eigenthümliche Rolle bei der Respiration zugeschrieben, indem sie nämlich allein oder doch vorzugsweise dazu bestimmt sein sollen, die animalische Wärme zu erhalten. Ich glaube, in meiner Physiologie des Athmens, S. 241 u. s. w., Gründe angegeben zu haben, welche einer solchen Ansicht entgegenstehen. Es ist nämlich durchaus unwahrscheinlich, daß Excretionsstoffe gebildet werden, ohne daß dieselben vorher, jedoch in anderer Form, Bestandtheile der Organe gewesen wären, wie Liebig annimmt, indem diese Nährstoffe in das Blut aufgenommen und daselbst sogleich, zur Unterhaltung der Wärme, verbrannt werden sollen. Auch spricht gegen Liebig's Annahme, daß diese sogenannten Respirationsmittel dazu dienen, um die excessive Verbindung des inspirirten Sauerstoffes mit der Substanz der Organe zu hindern, die Thatsache, daß der Gaswechsel in den Lungen in der That nur der Ausdruck des Gaswechsels in dem Parenchyme der Organe ist, und daß demnach die Absorption des Sauerstoffes in den Organismus durchaus nur, wenn wir nicht die Zahl und Tiefe der Athemzüge absichtlich steigern, eine Folge der inneren Zustände, des Re-

---

[1]) Es versteht sich, daß ich hier Gase im elastischen Zustande verstehe, und nicht in dem Zustande, wie sie gewöhnlich in dem Blute absorbirt enthalten sind.

spirationsbedürfnisses des gesammten Körpers ist. Wenn mit der Lebensthätigkeit der Organe die Aufnahme von Sauerstoff und die Ausscheidung von Kohlensäure nothwendig verbunden ist, so müssen auch diese Processe gehörig vor sich gehen können, und es müßte, wenn die sogenannten Respirationsmittel im Blute die angeführte Bedeutung hätten, die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Parenchyme der Organe große Hindernisse erleiden.

Die Respiration ist die Quelle der animalischen Wärme. Die verschiedenen physikalischen Momente, die man sonst als Ursache der thierischen Wärme geltend zu machen gesucht hat und zum Theil noch sucht, — um von der Nerventheorie gänzlich zu schweigen — mögen kaum irgend in Betrachtung kommen im Verhältnisse zu den Wärmemengen, die durch die Oxydation der organischen Moleküle entstehen. Mit dem Ausspruche von Lavoisier und Laplace: »la conservation de la chaleur animale est due, au moins en grande partie, à la chaleur que produit la combinaison de l'air pur respiré avec la base de l'air fixe que le sang lui fournit,« beginnt die bessere Einsicht in die Erscheinungen der animalischen Wärme. Lavoisier's Ansicht ist ihrem Wesen nach durchaus gerechtfertigt; nur braucht die jetzige Physiologie nicht mehr den Kohlenstoff und Wasserstoff im Blute circuliren und dieselben daselbst oxydiren zu lassen, sondern man kann diese Vorgänge auf eine bessere, wenn man will weniger »craß chemische« Weise erklären, nämlich durch die ganz allgemeine Erfahrung, daß die organischen Moleküle, welches auch ihre Zusammensetzung sein mag, in Folge der Sauerstoffaufnahme in verhältnißmäßig nur wenige Stoffe zerfallen, als deren wichtigste die Kohlensäure- und Wasserbildung zu betrachten sind, welche Processe in der gesammten Körperwelt mit Wärmebildung verbunden sind. Es gelang in der That der Experimentalphysiologie, den Beweis zu liefern, daß das von einem Thiere in einer gewissen Zeit absorbirte Sauerstoffgas, wenn man die gleichzeitig exspirirte Kohlensäure damit vergleicht und den Rest, der nicht für die Kohlensäurebildung verwendet wird, als zur Wasserbildung verbraucht annimmt, der Wärmemenge wenigstens annähernd entspricht, welche unter allen übrigen Umständen, auch außerhalb des Organismus, durch die Oxydation gleicher Kohlenstoff- und Wasserstoffquantitäten hervorgebracht wird. Die strenge Kritik mag Einiges gegen die hierauf bezüglichen Versuche mit Recht einzuwenden haben; im Allgemeinen bleibt die chemische Theorie der animalischen Wärme durchaus wahr. Die Einwendung, daß die sehr bedeutende Kohlensäureproduction vieler Insecten mit der chemischen Theorie unverträglich sei, weil diese Thiere kein warmes Blut haben, hat kein Gewicht. Die Insecten haben durch ihr Tracheensystem einen Abkühlungsapparat erhalten, der eine viel bedeutendere Abkühlung als bei den warmblütigen Thieren bewirkt. Jedes Molekül ihrer Körpersubstanz ist in fast unmittelbarem Contacte mit der in den Tracheen befindlichen Luft. Sollte jedoch experimentell der Beweis geliefert werden, daß die Insecten, trotz der verhältnißmäßig sehr großen Sauerstoffquantitäten, die sie absorbiren, nur wenig Wärme entwickeln, dann wäre die chemische Theorie als unhaltbar erwiesen.

Eine zweite Beziehung der Respiration zur thierischen Wärme ist in neuerer Zeit vernachlässigt worden, nämlich die Ausscheidung von Wärme mittelst der exspirirten Luft, besonders in kalter Temperatur, wo die Temperaturdifferenz der ein- und ausgeathmeten Luft sehr beträchtlich ist. Die Alten haben diese Bestimmung der Respiration recht wohl gewürdigt; schon Philistion schreibt dem Athmen die Abkühlung der Körperwärme (ἀνάψυξις τῆς ἐμφύτου θερμασίας) zu; Helvetius, und in neuester

Zeit Reich[1]), nehmen für die Respiration bloß die Abkühlung des Blutes, nicht aber die Erzeugung der animalischen Wärme in Anspruch, eine Behauptung, die freilich ganz einseitig ist. Da jedoch die Lehre von der animalischen Wärme in einem besonderen Artikel bearbeitet wird, so kann ich hier nicht weiter auf diesen Gegenstand eingehen.

Endlich bleibt noch die Frage nach der Ursache der Athembewegungen zu erörtern, die von jeher unter den Physiologen vielfache Discussionen veranlaßt hat. So lange übrigens die Mechanik der Nerventhätigkeit unbekannt ist, kann natürlich auch an eine genauere Kenntniß der Ursache der Athembewegungen nicht gedacht werden; doch dürfen wir allerdings versuchen, gestützt auf die bis jetzt bekannt gewordenen Thatsachen, uns eine Vorstellung über die Wirkungsweise der Nerven beim respiratorischen Processe zu bilden.

Volkmann hat vor einigen Jahren eine treffliche Darstellung dieser Verhältnisse gegeben, die mir auf richtigeren Anschauungen zu beruhen scheint, als alle übrigen, vor diesem Forscher aufgestellten Theorien. Ich habe in meiner Physiologie des Athmens eine in einiger Hinsicht ähnliche Erklärung vorgetragen, ohne daß ich dabei an die Volkmann'sche Arbeit dachte, deren Bedeutung ich zu jener Zeit, in der ich mich mit dem Studium der Respiration noch nicht speciell beschäftigte, nicht gehörig würdigte, und die mir deßhalb auch nicht mehr erinnerlich war. Volkmann's Ansicht harmonirt übrigens besser mit den Thatsachen, als die Art, wie ich den Gegenstand specieller durchzuführen gesucht habe.

Wir gehen beide von der Ansicht aus, daß sensibele Nervenfasern von sämmtlichen Organen des Körpers, in Folge der Ernährungszustände der Organe, Eindrücke nach dem verlängerten Marke leiten. Man kann sich dieses am besten in der Art vorstellen, daß man annimmt, daß die Substanz der sensibelen Nerven in ähnlicher Weise, wie jedes übrige organische Molekül, an dem Gaswechsel zwischen Blut und Parenchym Theil nimmt, und daß somit der Nerv nur Zustände seiner eigenen Stoffmetamorphose nach dem verlängerten Marke leitet. Volkmann drückt sich hierüber folgendermaßen aus: »Alle Theile verlangen vom Blute Oxygen für die Kohlensäure, die sie ihm abgeben. Sobald das mit Kohlensäure überschwängerte Blut diesem Bedürfnisse nicht zu genügen vermag, entsteht eine Substanzveränderung, welche als Athemnoth des Organs gefaßt werden kann.« Volkmann schreibt den Lungen, resp. den Lungennerven, keinen größeren Einfluß zu auf das Zustandekommen der Athembewegungen, als den Nerven aller anderen Organe überhaupt, indem er sich hierüber in folgender Weise äußert: »Die Ursache der Athembewegungen ist nicht in der äußeren Natur, sondern im Organismus zu suchen. Reizmittel ist die Kohlensäure, aber nicht die in den Luftwegen, sondern die des Blutes; der Ort der Erregung ist jeder Theil des Körpers, nicht bloß die Schleimhaut der Lungen; reizender Nerv ist jeder Nerv mit centripetaler Leitung, der bis zur Medulla oblongata wirkt, nicht ausschließlich der Vagus.«

Die Athembewegung ist das Resultat des Athembedürfnisses des ganzen Körpers, d. h. der Energie, mit welcher der parenchymatöse Gaswechsel überall vor sich geht. Die centripetalen Nervenfasern regen, durch Vermittelung des verlängerten Markes, die die Athemmuskeln versorgenden Nerven an. Die Organe befinden sich, um mit Volkmann zu reden, beständig in einem Minimum von Athemnoth, wodurch eben die Athembewegungen, ohne Concurrenz des Willens und des Bewußtseins, veranlaßt werden. Ist die Respirations-

---

[1]) Lehrbuch der praktischen Heilkunde. Berlin 1833.

bewegung etwas länger sistirt, so stellt sich das eigenthümliche Gefühl der Dyspnoe ein, das seinen Sitz in den Lungen hat, und unstreitig durch den Vagus vermittelt wird, und eine Folge ist des, wegen des starken Kohlensäuregehaltes der in den Lungen enthaltenen Luft gehinderten Gaswechsels in der Substanz des Nerven selbst. Diese Ansicht über die Function des Vagus wird durch die Beobachtung Derjenigen nicht widerlegt, welche nach Durchschneidung dieses Nerven bei Thieren, die in irrespirabele Gasarten oder unter Wasser gebracht wurden, noch tiefe und angestrengte Athemzüge wahrnahmen, indem es gar nicht gerechtfertigt ist, diese Respirationsbewegungen als von einer stattgefundenen Dyspnoe veranlaßt zu betrachten. Die Athembewegungen erfolgen in diesen Fällen, wie jede Reflexbewegung überhaupt, indem die Eindrücke, die von den Zuständen der Organe und Körpertheile auf das verlängerte Mark übergeleitet werden, eine Athembewegung bedingen, ohne daß eine Sensation der Zustände der Lungen noch möglich oder erforderlich ist.

Hall geht einseitig von den Lungen aus, indem er annimmt, daß die Zustände derselben durch den Vagus nach dem verlängerten Marke geleitet werden, und daß daraus ein Reflex auf die motorischen Nerven entstehe. Diese Ansicht wird durch die so eben besprochene Thatsache der Fortdauer der Athembewegungen nach der Section beider Lungenmagennerven widerlegt, sowie durch das Factum, daß selbst nach Exstirpation der Lungen noch Thoraxbewegungen beobachtet wurden. Die Kohlensäure soll nach Hall der Reiz sein, welcher die Inspiration veranlaßt, eine Ansicht, die selbst durch die Thatsache, daß die gehinderte Kohlensäureausscheidung aus den Lungen Athemnoth verursacht, nicht bewiesen ist. Wir müssen die Ursachen der Respirationsbewegungen gänzlich trennen von den mit den letzteren verbundenen Sensationen auf der Brust, indem beide Momente in keiner directen, nothwendigen Beziehung zu einander stehen.

Daß der erste Athemzug nach der Geburt nicht durch den Reiz der atmosphärischen Luft veranlaßt wird, beweis't die Thatsache, daß Landthiere selbst zu athmen anfangen, wenn sie unter Wasser geboren werden. Leclard[1]) zeigte, daß reife Embryonen im Schaafwasser athmeten, indem sich Farbestoffe, mit denen diese Flüssigkeit gefärbt war, in den Lungen vorfanden, was Leclard zu dem falschen Schlusse führte, daß die Embryonen wirklich Schaafwasser in ihre Lungen einziehen. Volkmann öffnete Vogeleier unter Wasser, und sah, daß die Thiere Athembewegungen machten.

Wenn die Communication der Nabelgefäße mit dem Blute der Mutter aufhört, so tritt beim Fötus das Bedürfniß ein, daß der Gaswechsel auf anderem Wege vermittelt werde, nämlich durch die Lungen. Der erste Athemzug ist daher die Folge der Athemnoth, die nach der Geburt entsteht wegen des zwischen dem Blute und dem Parenchym der Organe alsdann gehinderten Gaswechsels.

Literatur.

Aus der sehr umfangreichen Literatur sind, mit Uebergehung der älteren, vorzugsweise durch Fabricius ab Aquapendente, Mayow, Boyle, Svammerdamm, Malpighi, Bellini, Daniel Bernoulli und Friedr. Hoffmann repräsentirten Schriften, folgende, die Physiologie des Athmens ausschließlich oder doch theilweise betreffende, und eigene Untersuchungen enthaltende Arbeiten hervorzuheben:

[1]) Meckel's Archiv. 1.

1746 Haller, De resp. experimenta anatomica, quibus aëris inter pulm. et pleuram absentia demonstratur. Gotting. II. Vol.
1762 Haller, Trait. de resp. Lausann.
1776 Priestley, Philos. transact. 66 Auch in Vers. u. Beob. üb. versch. Gattungen der Luft. Wien 1780. Bd. 1 u. 3.
1777—80 Lavoisier, Expér. sur la resp. des anim., et sur les changem. qui arrivent à l'air en passant leur poum. Mém. de l'Acad. de Paris.
1779 Varnier, Mém. sur l'irritabilité des poum. Mém. de l'Ac. roy. de Méd.
1788 Goodwyn, On the connex. of life with resp. Lond. — Uebers. v. Michaelis. Crawford, Exper. and obs. on anim. heat. Lond. — Uebers. v. Crell.
1789 Lavoisier und Seguin, Mém. sur la resp. des anim. Mém. de l'Ac. de Par.
1790 Girtanner, in Rozier, J. de Phys. — Green, J. d. Phys. 3.
1791 Haßenfratz, Ann. de Chim. 9. — Crell, Ann. d. Ch. 2. Ueber d. Verbind. des Sauerst. mit d. Kohlenst. u. Wasserst. des Blutes, üb. d. Auflös. des Sauerst. im Blute u. s. w.
1792 Vauquelin, Obs. chim. et physiol. sur la resp. des insect. et vers. Ann. de chim. 12.
1800 H. Davy, Research. chem. and philos., chiefly concerning nitrous oxide or dephlogisticated air and its resp. London. Uebers. Lemgo 1812, 2 Bd. Bichat, Rech. physiol. s. l. vie et l. mort. Paris.
1803 Spallanzani, Mém. sur la resp. Trad. p. Sennebier. Genève. Deutsch: Leipz. 1804. — Gehlen N. J. d. Ch. 3.
1804 Bostock, An essay on resp. Liverp. Deutsch: Erfurt 1809.
1805 Sorg, Disq. physiol. circa resp. insect. et verm. Rudolstadt.
1806 Unzer, Diss. de aëre nitroso oxydato. Kiel.
1808 Sömmering und Reißeißen, üb. d. Struct., d. Verricht. u. d. Gebrauch d. Lungen. Berlin. Allen und Pepys, Philos. trans. Meckel, d. Arch. 3. Schweigger, J. f. Phys. u. Chem. 1. Ueb. d. durch d. Athmungsproceß in d. atm. Luft u. d. Sauerstoffgas bewirkten Veränder. Dupuytren, Expér. touchant l'infl. que les nerfs du poum. exercent sur la resp. Bibl. méd. 17. Ann. de Chim. 63. Blainville, Propos. extraites d'un essai sur la resp., suivies de quelq. expér. sur l'infl. de la 8. paire de nerfs dans la resp. Nouv. bull. de la Soc. philom. Gehlen, J. 7.
1809 Humboldt und Provençal, Mém. de la Soc. d'Arcueil. 2. Schweigger, J. 1. Unters. üb. d. Resp. d. Fische. Berthollet, Mém. de la Soc. d'Arc. 2. Schweigg. J. 1. Ueb. d. Veränd., welche d. Luft durch d. Athm. erleidet.
1810 Provençal, Mém. touch. l'infl. que les nerfs des poum. exercent sur les phénom. chim. de la resp. Paris. — Auch im J. gén. de méd. 37.
1811 Nysten, Rech. de physiol. et de chim. pathol. Paris. Emmert, Reil's Archiv.
1812 Legallois, Exp. sur le principe de la vie. Paris. Mende, üb. d. Beweg. der Stimmritze b. Athemholen. Greifswalde.
1814 Contenceau, Révis. des nouvelles doctr. chim.-physiol., suiv. d'exper. relat. à la resp. Paris. Prout, Beob. üb. d. Menge des kohlens. Gases b. d. Ausathm. z. versch. Zeiten u. unter versch. Umständen. Thomson's Ann. of. philos. 2. Schweigg. J. 15.

1816 Nasse, Meckel's d. Arch. 2.
1817 Legallois, üb. d. thier. Wärme. Ann. de chim. 4. Schweigg. J. 20. Krimer, Unters. üb. d. nächste Ursache d. Hustens. Leipzig.
1822 Reißeißen, de fabrica pulm. Berol.
1823 Dulong, üb. thier. Wärme. Bull. de la Soc. méd. Schweigg. J. 38. Despretz, Rech. exp. sur les caus. de la chal. anim. Ann. de chim. 27.
1824 Edwards, de l'infl. des agens physiq. sur la vie. Paris.
1828 Herbst, üb. d. Capacit. d. Lungen. Meckel's Arch. 2.
1830 Collard, in Magendie J. de physiol. — J. compl. d. scienc. med. — Kastner's Arch. 22.
1831 Dzondi, d. Funct. d. weichen Gaumens b. Athm., Sprechen u. s. w. Halle.
1832 Graham, Transact. of the Roy. Soc. of Edinb. 7. Poggendorff's Ann. d. Phys. — Ueb. d. Gesetz der Diffusion der Gase. G. R. Treviranus üb. d. Athemholen d. nieder. Thier. Zeitschr. f. Physiol. v. Tiedemann u. Treviranus. 4.
1833 Müller, Handb. d. Physiol. d. Mensch. Coblenz. 1. Band (namentlich auch d. 3. Aufl. 1838.).
1834 Maack, de ratione, quae colorem sanguinis inter et resp. functionem intercedit. Kiel. Schwann, de necessit. aëris atmosph. ad evol. pulli in ovo. Berol. u. Müller's Arch. 1835.
1836 Enschut, Diss. de resp. chymismo. Traj. ad Rh.
1837 Magnus, üb. d. i. Blute enthaltenen Gase. Poggend. Ann. 40. Bischoff, Comm. de novis quibusd. exp. chem.-physiol. ad illustr. doctr. de resp. institutis. Heidelb.
1839 Boussaingault, in Ann. de chim. 61.
1841 Volkmann, üb. d. Beweg. des Athm. Müller's Arch. Longet. Arch. gén. de méd.
1842 Liebig, d. org. Chem. in ihrer Anwend. auf Physiol. u. Pathologie. Braunschw. Beau und Maissiat, Rech. sur le mécan. des mouvem. resp. Arch. gén. de méd.
1843 Mulder, üb. d. Oxyd. prod. des Proteins. Liebig's und Wöhler's Ann. d. Chem. 45. Bourgery, Mém. sur les rapports de la struct. intime avec la capac. fonctionelle d. poum. Compt. rend. Andral u. Gavarret, Rech. sur la quant. d'acide carb. exhalé par le poum. dans l'éspèce humaine. Paris. Auch in Ann. de chim. Scharling, Vers. üb. d. Quant. der v. e. Mensch. i. 24 St. ausgeath. Kohlens. Wöhler's u. Liebig's Ann. 45. Baudrimont und Martin Saint-Ange, Rech. sur les phénom. physiol. de l'incubation. Compt. rend. Valentin u. Brunner, üb. d. Verhältniß der b. d. Athm. d. Mensch. ausgesch. Kohlens. z. dem durch jenen Proceß aufgen. Sauerst. Wunderlich's und Roser's Arch. f. phys. Heilk. 2.
1844 Hutchinson, the Lancet. — Oesterr. med. Wochensch. 1845. Valentin, Lehrb. d. Physiol. Braunsch. 1. B. Vierordt, üb. d. Abhängigk. des Kohlensäuregehaltes der ausgeath. Luft v. d. Häufigk. der Athembeweg. Wunderlich's u. Roser's Arch. 3. Gay-Lussac, Obs. critiq. sur la théor. d. phénom. chim. de la resp. Compt. rend. Boussaingault, Vergl. Annal. der v. e. Turteltaube genoss. Nahrung und der ausgesch. Excrem., z. Feststell. der Frage, ob b. d. Resp. Stickst. ausgehaucht werde. Compt. rend. — Erdmann's u. Marchand's

J. f. Ch. 33. Marchand, üb. d. Resp. der Frösche. J. d. Ch. von Erdmann u. Marchand 33. Zimmermann, Comm. de resp. Nitrogen. oxydul. Marburg.

1845 Vierordt, Physiol. d. Athmens. Karlsruhe. Mendelsohn, d. Mechanism. d. Resp. und Circulat. oder d. explicirte Wesen d. Lungenhyperämien. Berlin. Magnus, üb. d. Absorptionsvermögen d. Blutes für Sauerst. Poggend. Ann. 66.

Vierordt.

Riechen.

Das Riechen wird bedingt durch einen specifischen Riechnerven, den Olfactorius, durch die Ausbreitung desselben in einem besonderen Sinnesorgane, der Nase, durch eigenthümliche in der atmosphärischen Luft enthaltene »riechbare« Stoffe, endlich durch Bewegungen oder Strömungen der Atmosphäre, mittelst welcher jene Stoffe der die Riechnerven deckenden Schleimhaut zugeführt werden. Jede dieser Bedingungen soll im Folgenden besonders beleuchtet werden.

1) Daß der Sitz der specifischen Geruchsempfindung in dem Nerv. olfactorius zu suchen sei, unterliegt jetzt keinem Zweifel mehr. Es wird bewiesen durch zahlreiche pathologische Erfahrungen, bei welchen Mangel der Geruchsempfindung mit Mangel oder Entartung der Riechnerven, und das Dasein subjectiver, unangenehmer und lästiger Gerüche mit Veränderungen der Riechnerven selbst oder des Gehirns an den Wurzeln der letzteren verbunden war[1]; es wird angedeutet durch die vergleichende Anatomie, indem in der Reihe der Thiere eine größere Schärfe des Geruches mit beträchtlicherer Größe der Geruchsnerven zusammenzutreffen scheint; es ist wirklich auf experimentellem Wege ermittelt durch Durchschneidung der Riechnerven bei Thieren[2], wornach alle Geruchsempfindung aufhörte. Diese letzte Art der Beweisführung ist übrigens die unzuverlässigste, da ein Urtheil über specifische Sinnesempfindung bei Thieren immer mißlich ist und bei einer Vivisection vollends trügerisch wird. Auf diesem unsicheren Wege gelangte auch Magendie zu der irrthümlichen Behauptung, daß die in der Nase sich verzweigenden Quintalfasern die Geruchsempfindung vermitteln, die Bedeutung des Olfactorius dagegen gänzlich unbekannt sei. Dieser Irrthum wurde besonders dadurch herbeigeführt, daß man übersah, daß die Nase eine zweifache Reihe von Sensationen vermittele, die specifische Geruchsempfindung nämlich und das allgemeine Gefühl. In mehren der erwähnten pathologischen Fälle, in welchen die Empfindung für Gerüche verloren war, ist ausdrücklich bemerkt worden, wie andere die Nasenschleimhaut treffende Reize vollständig wahrgenommen wurden und selbst schmerzhafte Empfindungen veranlaßten, oder Reflexbewegungen, z. B. Niesen, hervorriefen. Aehnliches sieht man nicht selten bei übrigens ganz gesunden Personen.

---

[1]) Rudolphi's Phys. II., 216; Müller's Phys. Zweite Aufl. S. 781; Romberg, Lehrbuch der Nervenkrankheiten S. 119; Pressat in Fror. N. Not. VI., 254.
[2]) Valentin de funct. nerv. §. 21.

So kommt auch der umgekehrte Fall vor, daß die stärksten Reizmittel keinen Eindruck auf die Nasenschleimhaut machen, während die Fähigkeit zum Riechen fortdauert [1]). Die Trennung der Geruchsempfindung von der allgemeinen Sensibilität der Nasenschleimhaut, durch welche letzte das Gefühl der Wärme und Kälte, des Juckens, Kitzelns und des Schmerzes vermittelt wird, ist daher unerläßlich, und die Abhängigkeit jener vom Nerv. olfactor., dieser vom Nerv. trigeminus dürfen als vollkommen erwiesen angesehen werden [2]).

2) Das Sinnesorgan, in dem der Riechnerv sich ausbreitet, ist die Nase. Es zeigt dieselbe in ihrem Entwicklungsgange sowohl im individuellen menschlichen Organismus als durch die Reihe der Thiere ein stetes Fortschreiten in der Weise, daß die größtmögliche Ausdehnung der riechenden Oberfläche im kleinen Raume erreicht werde. Das Mittel hierzu bieten vorzüglich die Muscheln, die daher, wie die genetische und vergleichende Anatomie lehren, eine regelmäßige Stufenfolge in ihrer Entwicklung erkennen lassen. — Die Nasenhöhle stellt in den frühesten Perioden ihrer Bildung beim Menschen und den Säugethieren sich zunächst dar als eine zu beiden Seiten über der Mundspalte liegende einfache Grube mit wulstigem Rande. Im weiteren Verfolge der Entwicklung dringt dieselbe von außen nach innen tiefer in den Gefühlstheil des Kopfes ein, und öffnet sich endlich in die Mundhöhle. Auf dieser Stufe bildet sie zuerst einen einfachen Gang, in dessen Außenwänden erst später Längswülste, die Muscheln, und zwischen ihnen Einfurchungen, die Nasengänge, entstehen [3]); durch weiteres Umrollen dieser Muscheln wird dann die für die Ausbreitung der Riechnerven sich darbietende Fläche noch ferner vergrößert. Aber selbst zur Zeit der Geburt und in den ersten Lebensjahren hat die Nasenhöhle eine verhältnißmäßig geringe Ausdehnung; namentlich ist der senkrechte Durchmesser derselben sehr verkürzt; dabei sind die Siebbeinzellen sowohl als die Muscheln klein, und die Nebenhöhlen fehlen entweder noch ganz, wie die Keilbein- und Stirnhöhle, oder sind erst sehr unvollkommen entwickelt, wie die Kieferhöhle [4]). Hiermit trifft auch bekanntlich eine in den ersten Lebensjahren immer nur sehr mangelhafte Fähigkeit zur Wahrnehmung von Geruchseindrücken zusammen. — Unter den Wirbelthieren besteht bei den meisten Fischen das Geruchsorgan aus einem Paar einfacher Gruben, in welche die äußere Haut sich einstülpt und mannichfach gestellte Falten bildet. Wie es hier mit der specifischen Geruchsempfindung stehe, ob sie vorhanden sei oder nicht, ist schwer zu entscheiden. Bei den Cyklostomen sind die Nasengruben schon penetrirend, ebenso bei den Amphibien, aber nur bei den beschuppten; unter den letzteren erscheinen die Anfänge muschelförmiger Wülste. Vollständiger sind dieselben schon bei den Vögeln entwickelt, wo sich drei Muscheln unterscheiden lassen, die jedoch mit den Muscheln der Säugethiere verglichen auf einer ziemlich niedrigen Stufe stehen bleiben. Auch scheint bei den Vögeln die Geruchsempfindung viel unvollkommener zu sein. Zwar führt man hiergegen gewöhnlich an, daß Raubvögel durch stinkendes Aas aus weiter Ferne herbeigelockt würden; doch wenn einerseits diese Thatsache für sich noch keineswegs ein Beweis für Schärfe und Feinheit des Geruches ist [5]), so erscheint hierbei überdies der scharfe Gesichtssinn dieser Thiere sehr berücksichtigenswerth. — Die größte räumliche Entwicklung erreicht das Geruchsorgan bei den Säugethieren. In der Nasenhöhle sind nicht allein die Labyrinthe des Siebbeines mit den oberen Mu-

---

[1]) Müller's Arch. 1834, S. 132.
[2]) Valentin a. a. O. Romberg's Lehrbuch. S. 254.
[3]) Valentin, Entwicklungsgeschichte. S. 476. [4]) E. H. Weber, Anat. IV., 115.
[5]) S. Berlin. encyclop. Wörterb. d. med. Wiss. Bd. XIV., S. 457.

scheln, sondern namentlich die unteren Muscheln im Verhältniß zur Größe des gesammten Körpers bedeutend entwickelt, und nicht nur extensiv, sondern auch intensiv, indem dieselben nicht ein einfach umgerolltes Knochenblatt darstellen, sondern baumartig verzweigte Nebenäste aussenden. Erst bei den Säugethieren treten ferner die Nebenhöhlen der Nase auf, freilich in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung bei verschiedenen Species. — Der Mensch steht in Bezug auf die Entwicklung seines Geruchsorganes auf weit niedrigerer Stufe, als die Mehrzahl der Säugethiere, was mit seiner in der Regel auch weit geringeren Empfindlichkeit für die mit denselben aufzunehmenden äußeren Einflüsse übereinstimmt.

Die ganze Nasenhöhle ist von einer Schleimhaut ausgekleidet, die an den Wänden der Haupthöhle überaus fest angeheftet und mit einem sehr reichen schleimabsondernden Apparate versehen ist, der zwar nur aus einfachen aber dicht aggregirten Bälgen besteht. Sie hat daher die beträchtliche Dicke von ½ bis 1''', so daß der Raum der knöchernen Nase durch sie sehr verengt wird, und zwischen der Wölbung der Muscheln und Nasenscheidewand selten mehr als 1''' beträgt. Durch ihre sehr zahlreichen Capillargefäße hat diese Schleimhaut eine hell rosenrothe Farbe. So weit sie den knorpeligen Theil der Nase bekleidet, ist sie von einem Pflasterepithelium, an den knöchernen Partien aber durchgängig von einem Flimmerepithelium bedeckt. Das letztere findet sich auch in der ganzen Ausdehnung der Nebenhöhlen, deren auskleidende Haut übrigens weniger gefäßreich und daher blasser, nur mit sparsam zerstreuten Schleimbälgen versehen und daher weit dünner ist, als in der Haupthöhle; auch hängt sie den Wänden der Nebenhöhle nur locker an. — Die Schleimhaut bildet den Boden, wie für die Ausbreitung der Gefäße so auch der Nerven des Geruchsorganes, wovon wir indessen bis jetzt nur sehr unvollständige Kenntniß haben. Zu allen drei Muscheln sowohl als zur Nasenscheidewand lassen sich Zweige des Quintus aus dem Ganglion sphenopalatinum verfolgen; die Aeste des Olfactorius hat man dagegen nur zu den beiden oberen Muscheln und zum oberen Theile des septum narium verfolgen können. Freilich ist die Angabe, daß der Olfactorius der unteren Muschel in der That gar keine Zweige sende, hierdurch noch keineswegs hinreichend begründet, da das Mikroskop die verschiedenen Endigungen der verschiedenen Nerven in der Nasenschleimhaut noch nicht nachgewiesen hat, das Fehlen von Elementen des Olfactorius an der fraglichen Stelle also auch noch nicht hinreichend ermittelt ist. Hier hat die mikroskopische Anatomie eine wichtige Lücke auszufüllen; denn die bisherigen Angaben über das Verhalten der Nerven in der Schneider'schen Haut sind in demselben Grade unvollständig und unzuverlässig, als die Schwierigkeiten dieser Untersuchung groß erscheinen, und bisher noch nicht durch eine zweckmäßige Methode sich haben überwinden lassen. Nichts desto weniger muß vorläufig wenigstens das Fehlen von Zweigen des Olfactorius auf der unteren Muschel bei den ferneren Untersuchungen über den Geruchssinn besonders berücksichtigt werden.

3) Das Riechbare ist nicht ein besonderer Stoff, eine Materie sui generis; es besteht vielmehr aus in der atmosphärischen Luft auf's Feinste vertheilten und abgelös'ten Theilchen gewisser Körper. Manche Körper nämlich, und das sind eben die riechenden, besitzen die Eigenschaft, Partikeln ihrer selbst der umgebenden Luft abzugeben, in dieselbe ausströmen zu lassen, sich zu verflüchtigen, zu verdunsten. Für dieses Ausströmen, sowie für die Kraft, mit welcher es geschehen kann, liefert der Kampher den besten Beweis, indem ein Stückchen desselben, auf eine Wasserfläche gelegt, das Wasser nach allen Seiten zurücktreibt, dadurch in einer Grube zu liegen kommt, ja durch den Rückstoß des Was-

sers selbst in eine rotirende Bewegung geräth. Zugleich nimmt der Kampher rasch an Gewicht und Masse ab, zum Zeichen, daß jene Strömung wirklich auf sich ablösenden Theilchen desselben beruht. Je kräftiger dieses Ausströmen geschieht, je flüchtiger also ein Stoff ist, desto rascher und weiter verbreitet er sich in der Atmosphäre; Kampher, Moschus, Terpenthin machen sich daher schon aus beträchtlicher Entfernung bemerklich, und zwar bei vollkommen ruhiger Luft, so daß ihre Verbreitung also nicht auf anderweitig entstandenen Luftströmungen beruht. Das Riechbare anderer Körper verbreitet sich dagegen nur in den nächsten Luftschichten, das sogenannte Duften kann jedoch durch Strömungen in der Atmosphäre auch weiter geführt werden, wie denn überhaupt die letzteren die Verbreitung der Gerüche wesentlich befördern. Daher sehen wir auch Raubthiere sowohl als Jäger sich unter dem Winde stellen, um ihre Beute zu beschleichen, ohne durch ihren Geruch sich zu verrathen. Je flüchtiger ein Stoff ist, d. h. je größer sein Streben nach rascher Ausbreitung und feiner Vertheilung, desto schneller verschwindet auch das von ihm ausströmende Riechen; das Duftende dagegen ist andauernder, es haftet oft mit unglaublicher Zähigkeit an manchen Körpern, namentlich an fein zertheilten, wie Wolle, Baumwolle, auch Papier, man denke nur an Bücher, die von Tabaksrauch durchdrungen sind. Doch sind manche riechbare Stoffe ebenso wohl flüchtig als dauernd, namentlich der Moschus.

Ueber die näheren Bedingungen, unter denen das Riechbare sich entwickelt, wissen wir wenig. Blumen duften besonders in der Nacht; berücksichtigt man dabei, daß zu dieser Zeit alle Vegetabilien Wasserdunst von sich geben, so scheint die Entwicklung des letzteren ein wesentliches Beförderungsmittel für das Ausströmen des Riechbaren zu sein. Dies wird bestätigt durch die Erfahrung, daß aromatische Kräuter im völlig trockenen Zustande ihren Geruch fast ganz einbüßen, während derselbe sogleich in voller Intensität sich wieder einstellt, sobald sie angefeuchtet werden. Ebenso wissen die Mineralogen sehr wohl, daß bitumenhaltige Substanzen erst dann riechen, wenn sie angefeuchtet werden; auch hier scheint also Wasserdunst der Träger der Riechstoffe zu sein; dasselbe gilt wohl auch von den specifischen Ausdünstungen des Menschen und der Thiere. Feuchtigkeit der Atmosphäre befördert demnach das Ausströmen der Riechstoffe. — Die Wärme, die die Bildung des Wasserdunstes, überhaupt die Auflösung und Verflüchtigung aller Stoffe befördert, begünstigt aus diesem Grunde auch das Ausströmen des Riechbaren; übermäßige Hitze aber vernichtet dasselbe, vielleicht durch rasche Austreibung, daher geglühte Körper geruchlos sind. Wie tief die Temperatur sinken müsse, damit das Ausströmen des Riechbaren aufhöre, ist nicht bekannt, gewiß wird diese Grenze auch bei verschiedenen Stoffen verschieden sein.

Man hat auch von einer Verbreitung der Riechstoffe im Wasser gesprochen, in dieser Ausdrucksweise verbirgt sich eine Unklarheit der Begriffe. Daß abgelös'te Partikeln eines sonst riechenden Körpers durch eine tropfbare Flüssigkeit sich ausbreiten können, ist nicht zu leugnen; aber eben dadurch hören sie auf, riechbar zu sein. Der Riechstoff muß luftförmig sein, durch Luft uns zugeführt werden, sonst ist er nicht riechbar, und wenn Wasser Geruchsempfindung hervorrufen kann, so beruht es eben darauf, daß Partikeln desselben verdunsten, und das Riechbare mit sich fort in die Atmosphäre führen. Daß das mit Riechstoffen geschwängerte Wasser unmittelbar als tropfbare Flüssigkeit Geruchsempfindung erzeugen könne, hat man namentlich durch den Umstand beweisen wollen, daß Fische dem Köder auf ziemliche Entfernung nachgehen. Doch darf hier noch immer dem Zweifel Raum gegeben werden, daß es schwer

zu entscheiden ist, ob diese Thiere dabei durch den Geruch oder nicht vielmehr durch das Gesicht oder den Geschmack geleitet werden. So lange nicht der Beweis geliefert wird, daß Jemand bei einem continuirlich durch die Nase gehenden und dieselbe völlig anfüllendem Wasserstrome die in dem letzteren etwa eingeschlossene Luft riechen könne, dürfen wir billiger Weise zweifeln, daß den Fischen und anderen nur unter dem Wasser lebenden Thieren ein Geruchsvermögen nach unseren Begriffen zukomme. Schon Tourtual[1]) wies nach, daß die Geruchsempfindung gar unbedeutend sei, wenn Wasser in die Nase gespritzt werde, in welchem Substanzen aufgelös't waren, die unter anderen Umständen überaus penetrant riechen, z. B. Vitriolnaphtha.

4) Berücksichtigen wir jetzt die Aufnahme der in der Luft enthaltenen Riechstoffe durch das Geruchsorgan. Man hat geglaubt, daß der bei den höheren Sinnen so complicirte Mechanismus der Leitung hier ganz in Wegfall komme; indessen wird diese Angelegenheit bei sorgfältigerer Betrachtung nicht als so ganz einfach sich ausweisen. — Nicht anders als durch Strömungen der Luft wird das Riechbare der Nase zugeleitet; aber nicht jede Strömung riechbarer Luft ist im Stande, Geruchsempfindung zu erregen. Kampherdünste breiten sich, wie erwähnt, rasch und weit in der Atmosphäre aus; bringt man jedoch ein Stück Kampher, oder etwas Salmiakgeist oder eine andere starkriechende Substanz unter die Nase, und hält dabei den Athem an, so spürt man nichts von dem eigenthümlichen Geruche derselben, obgleich die Affection der Gefühlsnerven der Nasenschleimhaut durch Stechen und Prickeln in der Nase sich zu erkennen giebt, und die Augen bis zur Thränenabsonderung gereizt werden. Sobald man jedoch unter solchen Umständen einathmet, tritt die Affection des Olfactorius als Geruchsempfindung augenblicklich ein. Ein durch die Athembewegung in die Nase dringender Luftstrom ist also die conditio sine qua non der Geruchsempfindung; durch Anhalten des Athems, oder durch das Athmen durch den Mund bei zugehaltener Nase kann man daher willkürlich jede Geruchsempfindung aufheben. Es ist daher zu untersuchen, was mit dem beim Athmen in die Nase dringenden Luftstrome geschieht.

Beim Einathmen werden die Nasenlöcher erweitert, indem die mm. levatores alae nasi, et compressor. nasi die Nasenflügel von der Scheidewand entfernen. Diese Erweiterung ist beim gewöhnlichen gesunden Athmen nur unbedeutend, beim absichtlichen Riechen dagegen oder Spüren wird sie stärker, und namentlich am vorderen Theile der Nasenflügel bemerklich. Schon beim ruhigen Athmen wird ein unter die Nase gehaltener Riechstoff sogleich auf den nerv. olfactorius wirken, ungleich deutlicher aber, sobald man die Nasenlöcher auch ohne zu schnuppern (wovon sogleich unten) öffnet. Dagegen wenn man den Nasenflügel mit dem Finger von außen auch nur um ein Weniges zusammendrückt, der Geruch sogleich um Vieles schwächer wird. Es ist also die Breite des beim Athmen in die Nase eindringenden Luftstromes für die Stärke der Geruchsempfindung von großem Einflusse. Die Schwäche des Geruchssinns bei Lähmung des motorischen Gesichtsnerven ist hiernach aus der gehemmten Bewegung und zwar aus der gehemmten Erweiterung der Nasenlöcher erklärlich.

Um den ferneren Gang der Luft durch die Nase beurtheilen zu können, muß die Gestalt der Nasenhöhle näher berücksichtigt werden. Es stellt dieselbe einen schmalen Gang mit ebenem Boden und gewölbter Decke dar. Der

---

[1]) Die Sinne des Menschen, S. 96.

enge Eingang zu demselben ist im vordersten Theile des Bodens (die Nasenlöcher), der im Verhältniß zu der Höhe des mittleren Raumes auch beträchtlich niedrige Ausgang befindet sich an der hinteren Wand. Beim ruhigen Athmen wird nach statischen Gesetzen der Luftstrom den kürzesten Weg nehmen, also vorzugsweise an dem Boden der Nasenhöhle im untersten Nasengange hingehen, und auf die im oberen Theile befindlichen Luftschichten wenig oder gar nicht einwirken. Werden dagegen beim tiefen Einathmen die Nasenlöcher erweitert, so dringt eine größere Menge Luft in die Nase und zwar mit verstärktem Strome. Dieser letzte Umstand ist wichtig, weil in ihm die Ursache zu liegen scheint, daß die Richtung, welche dem Luftstrome durch die Lage der Nasenlöcher gegeben wurde, beibehalten wird. Diese Richtung geht von unten nach oben. Der Luftstrom wird in diesem Falle also nicht unmittelbar nach hinten gegen die Choanen fortgehen können, sondern mehr und mehr in die Höhe zu steigen genöthigt sein. Noch vollständiger wird dieser Zweck erreicht beim sogenannten Schnuppern, bei welchem auf mehre rasche Inspirationen eine einzige langsame Exspiration folgt. Je mehr Luft hierdurch in einer gegebenen Zeit in die Nasenhöhle eingezogen wird, um so weniger wird sie auf dem geradesten Wege gegen den Ausgang hin streben, sondern vielmehr gegen die oberen Theile der Nasenhöhle hingedrängt werden. Da nun die Zweige des Olfactorius nur in dem oberen Theile der Nasenhöhle sich zu verbreiten scheinen, so wird nach dem Angeführten der Parallelismus zwischen der Lebhaftigkeit des Einathmens und der Schärfe und Deutlichkeit der Geruchsempfindung verständlich.

Der durch die Nasenhöhle gehende Luftstrom trifft nur die Muscheln, und es fragt sich, welcher Einfluß auf die Geruchsempfindung ihnen zugeschrieben werden müsse. Schon a priori ist es wahrscheinlich, daß der Antheil der beiden oberen Muscheln ein anderer sein werde, als der unteren; die ungleich beträchtlichere Entwicklung der letzteren, verbunden mit dem Umstande, daß keine Elemente des Nerv. olfactorius in ihr nachgewiesen sind, deuten augenscheinlich darauf hin. Daß die oberen Muscheln nur dazu dienen, der Ausbreitung des Riechnerven den erforderlichen Raum darzubieten, ist nicht unwahrscheinlich; für die untere Muschel muß nach ferneren Gründen ihrer physiologischen Bedeutung gesucht werden. In dieser Beziehung muß zuerst bemerkt werden, daß ihr Antheil an der Gesammtfunction des Geruchsorgans ein sehr wesentlicher sei. Dies läßt sich auf mehrfachem Wege beweisen. Wenn ein Strom riechbarer Luft so in die Nase geleitet wird, daß er nicht direct die untere Muschel trifft, z. B. Kampherdünste durch die Spitze eines Trichters, so wird die Geruchsempfindung um so schwächer werden, je tiefer die Spitze in die Nasenhöhle eingebracht wird, je mehr also die Ausbreitung der Luft im Vordertheil der Nase und an der unteren Muschel verhindert ist. Dasselbe Stückchen Kampher, das unter die Nase gehalten die lebhafteste Geruchsempfindung erregte, hört sogleich in dieser Weise zu wirken auf, sobald man es in die Nase einführt, indem nur die Affection der Gefühlsnerven der Nase sich erhält. An diese Experimente reihen sich entsprechende pathologische Erfahrungen. Bei einem Manne war bei Exstirpation eines Aftergewächses aus der Highmorshöhle der rechten Seite, die ganze rechte Nasenhälfte und der hintere obere Theil der Nasenscheidewand entfernt worden, so daß die beiden oberen Muscheln der linken Seite frei dalagen. Durch das linke noch erhaltene Nasenloch konnte dieser Mann ganz wohl riechen; wurde dieses aber geschlossen, so daß der Luftstrom nur durch die künstliche Oeffnung und also unmittelbar zu den beiden oberen

Muscheln gelangen konnte, so fand gar keine Geruchsempfindung Statt [1]). So ist es auch eine häufige ärztliche Erfahrung, daß Personen, die an höchst übelriechenden Ausflüssen aus der Nase leiden, von der Beschaffenheit derselben durch den Geruchssinn erst dann Kunde erhalten, wenn das Secret aus der Nase entfernt ist, während der in der Nasenhöhle selbst eingeschlossene Riechstoff sie gar nicht belästigt.

Es ergiebt sich aus dem Angeführten, daß es eine unerläßliche Bedingung zum Zustandekommen der Geruchsempfindung sei, daß der mit Riechstoffen geladene Luftstrom nicht anders als über die untere Muschel hin der Ausbreitung des Riechnerven zugeführt werde. Der Antheil dieser Muschel an der specifischen Geruchsempfindung ist ganz unbestreitbar, aber die nähere Bestimmung dieses Antheils ist nur vermuthungsweise zu geben. Es scheint hier nämlich kaum etwas Anderes übrig zu bleiben, als an rein mechanische Verhältnisse zu denken, obgleich der gegenwärtige Zustand der Statik und Mechanik luftförmiger Körper auch wenig Aussicht gewährt. So viel ist ersichtlich, daß der in die Nasenhöhle eintretende und zunächst auf die untere Muschel treffende Luftstrom, durch dieses Hinderniß seines Fortganges von seiner ursprünglich einfachen Richtung abgelenkt, namentlich zertheilt wird, und daß diese Zertheilung um so beträchtlicher sein und in's Feine gehen muß, je weniger die betreffende Muschel ein einfach umgerolltes Knochenblatt bildet, und vielmehr eine complicirte Verästelung darstellt. Je mehr diese Spaltung des eintretenden Luftstromes in's Feine geht, um so mehr wird eine gleichmäßige Ausbreitung desselben über die ganze vom Olfactorius versorgte Partie der Nasenschleimhaut stattfinden können, und insofern vorausgesetzt werden darf, daß eine gleichmäßige Vertheilung des äußeren Reizes über die gesammte, zu seiner Aufnahme bestimmte Fläche nicht ohne Bedeutung für die Reaction selbst sei, ist vielleicht eben hierin die eigenthümliche Function der unteren Muschel zu suchen. Es darf hierbei daran erinnert werden, daß unter dieser Voraussetzung einige sonst ziemlich unverständliche Erscheinungen begreiflich werden. Zuerst nämlich der Umstand, daß bei den Säugethieren die Schärfe des Geruches mit der größeren Entwicklung der unteren Muschel, an welcher auch in dieser Thierklasse keine Zweige des Olfactorius nachgewiesen sind, Hand in Hand zu gehen scheint; dann die bekannte Erfahrung, daß man beim Ausathmen ungleich schwächer riecht, als beim Einathmen. Tabakrauchern ist dies wohl bekannt; überzeugen kann man sich davon auf eine auffallende Weise auch dadurch, daß man ein Stückchen Kampher in den Mund nimmt, diesen schließt, und die Kampherdünste nun durch die Nase ausathmet. Die dadurch hervorgerufene Geruchsempfindung wird höchst unbedeutend sein, obgleich die sensibelen Nerven der Nasenschleimhaut in gewöhnlicher Weise afficirt werden. Hier wird nämlich bei der Weite der Choanen und der unmittelbaren Nähe der oberen Muscheln der beim Ausathmen in die Nase dringende Luftstrom unmittelbar und ohne vorherige Zertheilung die letztere treffen. In dieser Vorstellung von dem Einflusse der unteren Muschel findet auch der eben erwähnte Umstand, daß die gehemmte Erweiterung der Nasenflügel die Geruchsempfindung sehr beeinträchtige, eine weitere Erklärung. Die Muschel liegt nämlich an der äußeren Wand der Nase; eine Verkleinerung des Nasenloches, die gerade den äußeren Umfang desselben betrifft, muß den in die Nase dringen-

---

[1]) Siehe Bidder: über die Bewegungen des weichen Gaumens und den Geruchssinn. Dorpat 1838.

den Luftstrom überhaupt verkleinern, namentlich aber diejenige Partie desselben abschneiden, die vorzugsweise die untere Muschel getroffen hätte; während im Gegentheil eine Erweiterung des Nasenloches durch Erhebung der Nasenflügel einen weit beträchtlicheren Luftstrom zu der Muschel hintreten läßt. Hieraus wird es auch erklärlich, daß eine durch andere Mittel als durch das Athmen erzeugte Strömung riechbarer Luft keine Geruchsempfindung veranlaßt, z. B. wenn man in eine Injectionsspritze stark riechende Substanzen thut, und durch Niederdrücken des Stempels die damit inprägnirte Luft in die Nase treibt. Wahrscheinlich könnte auch in diesem Experiment ein anderer Erfolg herbeigeführt werden, wenn die Canule der Spritze die Form des Nasenloches vollkommen nachahmte; doch mag auch das eigenthümliche Maaß von Kraft, mit welchem die gesunde Respiration die Luft durch die Nase treibt, hierbei von Bedeutung sein.

Was endlich aus den in die Nase gelangten Riechstoffen werde, und wie ihre Aufnahme und Verarbeitung von den Zweigen des Olfactorius vollbracht werde, ist hier ebenso wenig anzugeben, wie der Vorgang bei der Reizung irgend eines andern Nerven; ob hier ein mechanisches, ein chemisches oder ein anderes Verhältniß stattfinde, darüber kann nicht entschieden werden. Nur so viel wissen wir, daß eine gehörige Anfeuchtung der Nasenschleimhaut von dem Schleime eine zum Riechen unerläßliche Bedingung sei. Bei trockener Nase, wie z. B. bei Einwirkung großer Kälte oder großer Hitze, beim Athmen in einer staubigen Atmosphäre wird der Geruch sogleich geschwächt, ebenso im ersten Stadium des Katarrhs, das mit Trockenheit der Schleimhaut verbunden ist. Es ist möglich, daß das Riechbare, wie es an allen fein zertheilten Körpern haften bleibt, so auch an den Schleim sich hängt, und durch ihn, also durch Endosmose der Nervenausbreitung zugeführt wird. Indessen die Endosmose allein kann es auch nicht machen, denn in diesem Falle müßte auch ein Riechstoff im flüssigen Zustande direct Geruchsempfindung veranlassen können. Welche Stelle die auf einem Theile des Epithelialüberzuges der Nasenschleimhaut stattfindende Flimmerbewegung bei dem Zustandekommen des Geruches übernehme, ist nicht bekannt. — In dem Erhalten des normalen Feuchtigkeitsgrades der Nasenschleimhaut scheint auch die Bedeutung der Nebenhöhlen der Nase zu liegen. Es ist hierbei beachtenswerth, daß diese Höhlen zu beiden Seiten, oberhalb und hinter der Nasenhöhle liegen, so daß bei jedweder Stellung des Kopfes aus einem oder dem andern dieser Hilfsräume das Secret in die Nasenhöhle abfließen kann. Die älteren Ansichten über den Nutzen der Nebenhöhlen scheinen nicht haltbar. Daß sie nämlich dazu dienen sollen, den in die Nase eingedrungenen Luftstrom zu erwärmen, ist unwahrscheinlich, da die Nothwendigkeit einer solchen Erwärmung gar nicht dargethan ist; da, wenn sie nothwendig wäre, der Durchgang der Luft durch die Nase hierzu schon allein hinreichen müßte, da endlich der Luftstrom die Nebenhöhlen gar nicht treffen kann. Der letztgenannte Grund macht es auch von vornherein unwahrscheinlich, daß in den Nebenhöhlen selbst eine unmittelbare Geruchsempfindung stattfinde. Aber auch durch directe Versuche hat sich diese Vermuthung zurückweisen lassen; namentlich hat Richmond[1]) sowie ich selbst[2]) mit der Kieferhöhle desfallsige Versuche angestellt, bei denen keine Spur von Geruchsempfindung sich ergab. — Der Antheil der Nasenscheidewand an der Geruchsempfindung ist bis jetzt nicht durch passende Erfahrungen bestimmbar.

---

[1]) Nouv. elem. de physiolog. 1837, pag. 202. [2]) A. a. O. S. 26.

5. Das Riechbare, die Riechstoffe, sind der adäquate äußere Reiz für den Nerv. olfactorius. Der Umstand, daß die Gasform dieser Reize zum Zustandekommen der Geruchsempfindung unerläßlich ist, macht es begreiflich, daß nicht jeder die Nase treffende äußere Einfluß jene Empfindung hervorruft; so wird dieselbe durch mechanische und galvanische Reizung der Nasenschleimhaut nicht erzeugt. Nichts desto weniger kann sie ohne alle äußere Ursache lediglich durch innere Zustände, namentlich des Nervensystems, hervorgerufen werden, wie in den schon oben erwähnten Fällen von Entartung im Gehirn oder im Gehirntheile des Nerv. olfactorius; auch bei hysterischen Personen, bei Krankheiten des Darmkanals, des Uterus und der Genitalien sind subjective Gerüche beobachtet worden [1]).

Die Stärke der Geruchsempfindung scheint von der Größe der afficirten Schleimhautfläche abzuhängen, also von der Zahl der Nerven, die von dem Riechstoff gleichzeitig afficirt wurden. Wir riechen besser bei Eröffnung beider Nasenlöcher, als wenn nur das eine offen ist, obgleich auch im letzteren Falle die Beurtheilung der specifischen Verschiedenheiten des Gerochenen ungetrübt bleibt. Erwachsene, bei denen die Nasenhöhle geräumiger und die Muscheln ausgebildeter sind, haben bekanntlich einen feineren Geruchssinn, als Kinder; aus demselben Grunde riechen Personen mit weiten Nasenlöchern und mit langer vorstehender Nase in der Regel besser, als die mit enger und kleiner Nase; dieselben Verhältnisse bedingen endlich auch bei Thieren eine größere Schärfe des Geruches. Uebrigens kann dieselbe auch durch Uebung beträchtlich gesteigert werden; so werden die nordamerikanischen Wilden nicht selten durch den Geruchssinn beim Aufspüren der Fährte ihrer Feinde geleitet. — Mit der Schärfe fällt auch gewöhnlich die Feinheit des Geruches zusammen, d. h. die Fähigkeit, schon geringe Unterschiede der Gerüche wahrzunehmen; so wird der Apotheker nahe verwandte medicamentöse Gerüche, die anderen hierin ungeübten Personen vollkommen identisch zu sein scheinen, sehr wohl unterscheiden; so erkennen manche Aerzte gewisse Krankheiten, z. B. Masern, Scharlach rc., durch den specifischen Geruch der Ausdünstungsmaterie des Patienten, und andere bestimmen nach dem Geruche mit der größten Sicherheit, ob eine Frau menstruire oder nicht.

Die Geruchsempfindung unterscheidet sich von anderen Sinneswahrnehmungen dadurch, daß sie in der Regel von einem ganzen Nervenpaar in seiner Totalität vermittelt wird. Die Gehörsempfindung ist ihr darin freilich ähnlich, wird indessen doch nicht so gleichmäßig von den Nerven beider Seiten übernommen. Durch diese beiden Sinnesorgane wirkt daher die Außenwelt auch weit intensiver auf das ganze Nervensystem, als die Netzhaut oder die Tastnerven, die von den betreffenden Eindrücken meistens nur partiell getroffen werden. Heftige Gerüche können Bewußtlosigkeit und Ohnmacht erzeugen, aber eben deßhalb bei allgemeiner Reizlosigkeit auch als Belebungsmittel angewandt werden, und es ist bekannt, daß es nicht selten gelingt, durch eine unter die Nase gehaltene gebrannte Feder Ohnmachten zu heben. — Außer diesem Einfluß auf den Gesammtorganismus haben die Gerüche auch noch örtliche Wirkungen, theils auf das Geruchsorgan selbst, theils auf entferntere Theile. Starke Gerüche erzeugen Nasenbluten, wie dies namentlich der Moschusgeruch beim Abnehmen der Moschusbeutel thun soll; der heftige Reiz auf die centripetalen Nerven scheint auch hier antagonistisch erschlaffend auf die Gefäße der Nasenschleimhaut zu wirken, und Aus-

---

[1]) Siehe solche Fälle zusammengestellt bei Romberg, a. a. O. S. 119.

treten von Blut zu veranlassen. Und daß in diesem Falle nur die Affection des Olfactorius und nicht der Nasenzweige des Trigeminus zu beschuldigen sei, ergiebt sich daraus, daß der Moschus auf die letzteren gar keinen merklichen Einfluß ausübt. Indem die mit Riechstoffen geladene Luft aber ferner auch in die Lungen gelangen kann, und indem dieselben endlich durch Absorption von der Schleimhaut der Respirationsorgane in die Blutmasse übergehen kann, so bleiben auch entferntere Wirkungen nicht aus. Schon das Riechen sonst abführender Mittel, z. B. der Rhabarber, kann Durchfall erzeugen, und die weiße Nieswurz ruft auch auf diesem Wege Erbrechen hervor.

Die Zeit, die zur deutlichen Wahrnehmung irgend eines Riechbaren erforderlich ist, ist weit länger, als die zum vollständigen Erfassen eines Gesichts- oder Gehöreindruckes; während hier schon $1/6$ Secunde hinreichen kann, wird man dort unter einigen Secunden schwerlich in's Reine kommen. Daraus erzielt sich denn auch wieder die Wichtigkeit derjenigen Einrichtungen der inneren Nase, die ein längeres Verweilen der Riechstoffe in derselben zur Folge haben.

Die Beurtheilung der verschiedenen Qualitäten des Riechbaren nach der Verschiedenheit der Geruchsempfindung läßt sich durchaus auf keine bestimmten Gesetze zurückführen, weil hier nicht allein bei verschiedenen Individuen, sondern auch bei einem und demselben zu verschiedenen Zeiten die auffallendsten Differenzen vorkommen. Ein und derselbe Gegenstand riecht nicht selten dem Einen angenehm, dem Andern widerlich, dem Dritten gleichgültig; der Speisegeruch ist dem Hungrigen angenehm, und unmittelbar darauf nach erfolgter Sättigung ekelerregend. Es ist dies wahrscheinlich zu beziehen theils auf die zwischen manchen Gerüchen stattfindenden, aber noch nicht gehörig erkannten Consonanzen und Dissonanzen, wie solche bei der Geschmacksempfindung, beim Gehör u. s. w. erwiesen und näher bestimmt sind, theils dadurch, daß durch den eben dagewesenen Eindruck der Sinnesnerv so verändert wurde, daß derselbe Reiz bei fernerer Einwirkung eine ganz andere Reaction hervorruft, endlich wohl auch auf eine ursprüngliche eigenthümliche Beschaffenheit der Geruchsnerven und Nervencentra. Die Zahl der Idiosynkrasien in Bezug auf Geruchseindrücke ist daher größer, als bei irgend einem andern Sinnesorgan, und die öfters versuchte Eintheilung der Riechstoffe nach der dadurch hervorgebrachten Empfindung eine ganz unhaltbare. Aus demselben Grunde ist auch die durch die Geruchsempfindung erzeugte Vorstellung von der Natur des Riechbaren oder des Körpers, von welchem dasselbe ausströmt, ungleich unvollständiger und mangelhafter, als die durch andere Sinne gewonnenen Vorstellungen. Auch über die anderen Verhältnisse, unter denen ein Geruch uns zukommt, giebt die Empfindung allein nur wenig Aufschluß. Auf die Richtung, in welcher die riechbare Luft uns erreicht, schließen wir nur durch Bewegungen des Kopfes, indem wir uns ihr zu-, oder von ihr abwenden, wornach der Grad der Empfindung steigt oder fällt. Aus dieser Intensität des Geruches beurtheilen wir auch die Entfernung des riechbaren Körpers selbst, namentlich wenn die Qualität der Empfindung uns schon bekannt ist. Am unvollständigsten ist das Urtheil über den Umfang des Riechbaren, da dasselbe von einem beschränkten Punkte aus nach allen Seiten sich ausbreiten kann.

Der Beitrag, den der Geruchssinn zur Erkenntniß der uns umgebenden Verhältnisse und dadurch zu unserer intellectuellen Ausbildung liefert, ist somit ungleich geringer, als bei anderen Sinnen; um so einflußreicher ist er dagegen auf rein körperliche Verhältnisse, wo es sich um Vermeidung oder

Herbeiführung gewisser Einwirkungen handelt. Er ist der Hauptvermittler des Instincts und spielt daher namentlich in der Oekonomie der Thiere eine große Rolle. Der Geruchssinn, am Eingang zu den Respirationsorganen gelegen, ist gleichsam der Wächter derselben, denn was unangenehm riecht, ist in der Regel auch für die Schleimhaut des Respirationsapparates, ja für den ganzen Körper nachtheilig, und der unangenehme Geruch fordert eben zur Vermeidung dieses Einflusses auf. Auch für Nahrungsmittel und Getränke bildet der Geruch, den Geschmackssinn unterstützend, gleichsam einen Prüfstein, an welchem die günstige oder nachtheilige Einwirkung derselben abgemessen wird. Doch werden durch Gewohnheit vielfache Abweichungen von der ursprünglich hier geltenden Norm herbeigeführt. Ebenso steht der Geruch zu dem Geschlechtsleben in näherer Beziehung, er ist in der Thierwelt das leitende Organ zum Aufsuchen der Geschlechter. Daher ist das am meisten und hervorstechendsten Riechbare der Thiere gerade in der Nähe der Geschlechtstheile oder des Afters ausgebildet, so wie bei den Pflanzen an den Blumen, d. h. an den Befruchtungsorganen. Diese Theile stellen also das Specifische verschiedener Pflanzen oder Thiere vorzugsweise dar. Da ferner die Geruchsempfindung dauernder und eingreifender auf den Körper wirkt, als andere Sinneseindrücke, so hat sie, im Fall sie angenehmer Art ist, einige Aehnlichkeit mit dem Gefühle der Wollust; Weichlichkeit und Liebhaberei für Wohlgerüche sind daher gewöhnlich verbunden.

F. Bidder.